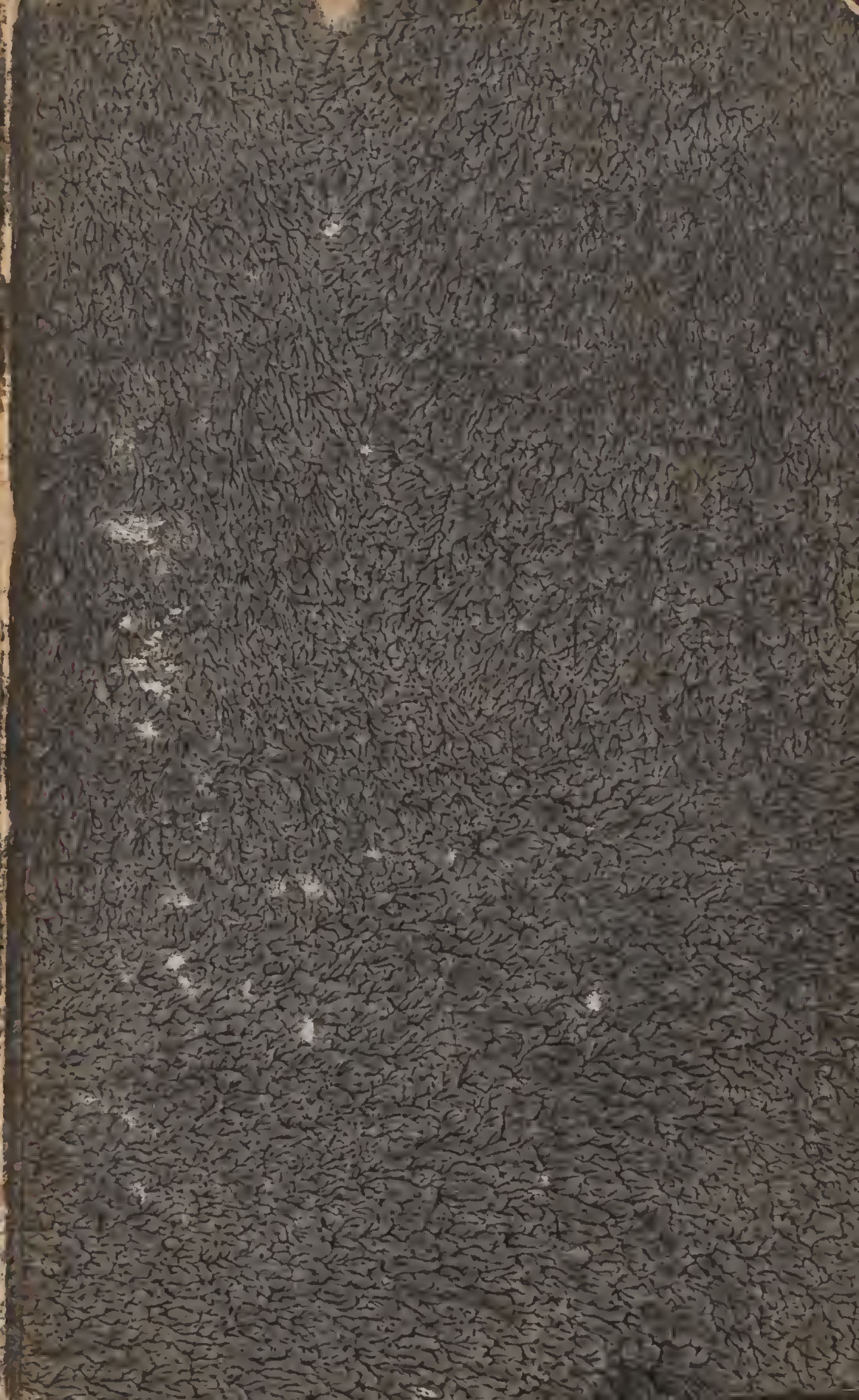
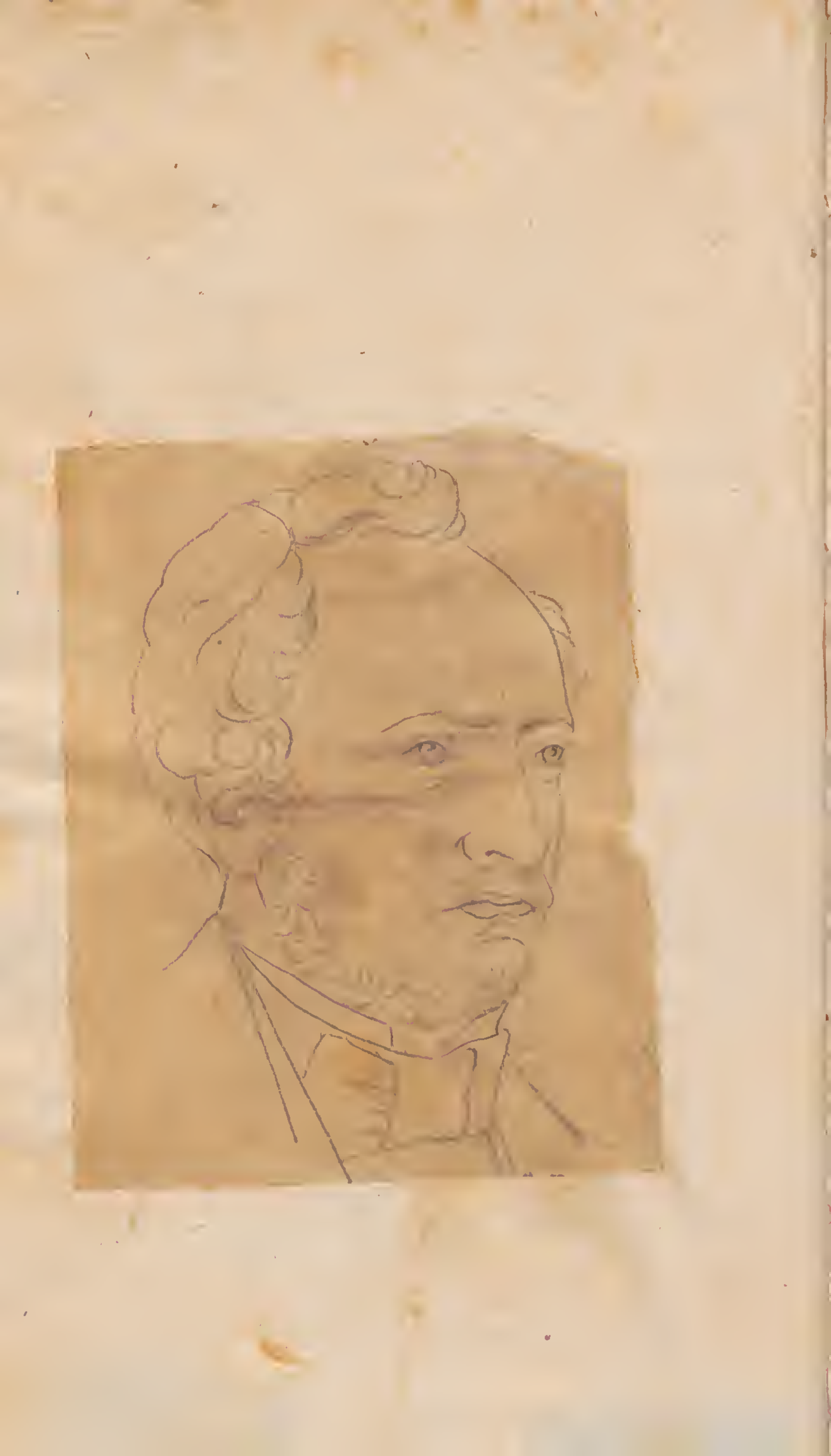


Eug. Dubois
1881





# HANDBUCH

der

# PHYSIOLOGIE DES MENSCHEN

für Vorlesungen.

Von

Dr. Johannes Müller,

ordentl. öffentl. Professor der Anatomie und Physiologie an der Königl. Friedrich Wilhelms-Universität und an der Königl. medicin.-chirurg. Militär-Academie in Berlin, Director des Königl. anatom. Museums und anatom. Theaters; Mitglied der Königl. Academie der Wissenschaften zu Berlin, der Kaiserl. Academie der Wissenschaften zu St. Petersburg, der Königl. Academie der Wissenschaften zu Stockholm.

---

ERSTER BAND.

Zweite verbesserte Auflage.

---

Mit Königlich Würtembergischen Privilegien.

---

Coblenz,

Verlag von J. Hölscher.

1835.

# V o r r e d e.

Bei der Vergleichung der zweiten Abtheilung dieses Handbuches mit der ersten, wird der geneigte Leser bemerken, dass ich von dem Plane der Behandlung unseres Gegenstandes nicht abgewichen bin. In einer Wissenschaft, die ein so grosses Material von Beobachtungen von so sehr verschiedenem Werthe besitzt, wie die Physiologie, ist die Kritik der Erfahrungen überall nur bei eigener Anschauung und Prüfung möglich. Obgleich ich mir zur Pflicht gemacht habe, den actuellen Zustand unserer Wissenschaft in den wichtigsten Erfahrungen der Physiologen darzulegen, so habe ich mich doch überall lieber auf eigene als fremde Anschauung gestützt, und ich habe nur zu bedauern, dass diess nicht in allen Theilen der Physiologie möglich ist.

Ich machte mir überall zur Aufgabe, die Schwierigkeiten aufzusuchen, und meinen Lesern alle wichtigeren Facta so zu zergliedern, wie sie zur Auflösung der physiologischen Aufgaben führen, oder zur Lösung der letzten Geheimnisse führen könnten, wenn unsere allgemeinen Kenntnisse von dem Principe des Lebens vollkommener wären. Mit allgemeinen Formeln von dem Leben in der ganzen Natur und dergleichen täuschen wir uns nicht. Der exacte Physiker, der sich des Ausdruckes Leben nicht für jede Art der Thätigkeit bedient, ist nicht so verblendet, dass er nicht wüsste, wie in der Natur überall Thätigkeit sey; das weiss Jeder. Thätigkeit ist überall, selbst die Ruhe der Massentheilchen ist durch die Thätigkeit der Anziehung derselben gegen einander bewirkt. Hätte man die

Thätigkeit im Weltensystem von Anfang Leben genannt, ich bediente mich des Ausdruckes Leben auch in diesem Sinne; aber der Sprachgebrauch nennt eben die Thätigkeit der organischen Wesen Leben. Wer die Weltkörper Organismen nennen will, möge es thun, mir schien diess in jüngeren Jahren auch einmal ganz passend. Die Erwägung, dass die Verschiedenheiten dieser uneigentlichen und eigentlichen Organismen grösser, als ihre Aehnlichkeiten sind, hat mich bestimmt, diese von einigen Naturforschern beliebte Bezeichnung fallen zu lassen. Die Wörter organisch und organisirt haben bei uns immer bestimmte physiologische Begriffe, welche von einem ausgezeichneten Gelehrten missverstanden worden sind. Organische Stoffe sind uns alle, die von Organismen erzeugt sind. Organisirt sind uns nur diejenigen Theile der Organismen, welche nicht bloss organische Zusammensetzungen enthalten, sondern die zu ihrer selbstständigen Ernährung und ihrem selbstständigen Wachsthume nöthige Organisation ihres Innern, das heisst Gefässe, enthalten. Ich denke, es könnte Jedem recht seyn, wenn ich in diesem Sinne die Haare und Nägel organische, aber nicht organisirte Theile nenne.

Der Plan dieses Werks, eine philosophische Zergliederung der Thatsachen, welche von der Physik des Lebens vorliegen, ohne Anwendung einer solchen Lösung der Aufgaben, welche sich auf andere Hülfsmittel als die Analyse der Facta gründen, legt uns hier die Bedingung auf, unseren Lesern ein speculatives System vorzuenthalten. Es ist wahr, die empirische Physiologie löst die letzten Fragen über das Leben nicht, aber die Philosophie löst sie auch nicht auf eine solche Art, dass wir von dieser Lösung in einer Erfahrungswissenschaft Gebrauch machen könnten. Wir können nicht in diesem Augenblicke uns eines speculativen Beweises bedienen, wenn wir im nächsten Augenblicke mit der Aengstlichkeit und Vorsicht eines empirischen Physikers kein Wort mehr zu sagen uns getrauen, als was auf die Facta gegründet ist, wenn wir am empirischen Beweise festhalten müssten. Von der Physiologie dürfen überdiess keine möglichen metaphysischen Theorien, sondern Beweise gefordert werden, dass eine Theorie richtig oder unrichtig ist. Freilich haben wir

immer das Bedürfniss gefühlt, die Lücken, welche die empirische Physik in unseren Ansichten von der Welt lässt, durch Philosophie auszufüllen, und wir gestehen gern, dass wir weder dem Studium ihrer Geschichte, noch ihrer Entwickelung in der neueren Zeit fremd geblieben sind. Wir sind der Philosophie mit redlichem Eifer in früheren Studien in leere und gedankenlose Systeme, wie in herrliche Denkmäler des menschlichen Geistes gefolgt. Eine Lösung der letzten Fragen, die wir für uns und Andere benutzen könnten, haben wir gesucht. Aber wir haben diejenige Lösung nicht vor uns, die wir mit dem Gange einer Erfahrungswissenschaft ohne Weiteres vereinbaren könnten. Wäre Einer der Physiologen, der durch die Schärfe und Gewalt seines Geistes ein System uns vorführte, das, wenn auch nicht auf Thatsachen gebaut, mit den Thatsachen auf das innigste übereinstimmte, und wie aus einer Thatsache alle anderen erklärte, ich glaube, ich würde ihn erkennen; ich wäre der Erste, ihn auf den Händen zu tragen. Auch wo uns die Speculation verlässt, geben wir uns gern noch gleich allen Menschenkindern der Poesie hin, und lassen uns gern von ihr zu den Sternen tragen. Aber man verlange von uns nicht, dass wir davon in einer exacten Untersuchung reden. Diese Bemerkungen können hier gelegentlich zugleich als Erklärung über die realistische Haltung unseres Lehrbuches dienen. Die Physiologie befindet sich jetzt in einer Periode ihrer Entwickelung, welche der Aufnahme vorzugsweise speculativer Forschungen auf lange Zeit nicht günstig ist. Diese Richtung nach einer an einzelnen glänzenden, grösstentheils aber verwirrten und erfolglosen speculativen Productionen reichen Periode hat grosse Fortschritte und Entdeckungen erzeugt, während die Philosophie hinwieder uns gelehrt hat, Beobachtungen zu würdigen und zu zergliedern. Kein Naturforscher wird unsere Wissenschaft so bald leicht von dem realistischen Gange ablenken, als derjenige, der solche wichtige Thatsachen entdeckt, woraus sehr viele andere erklärt werden.

In Beziehung auf vorliegende Abtheilung des Handbuches enthält das Vorbemerkte alles etwa in der Vorrede zum Verständniss Mitzutheilende. Indessen ergreife ich diese Gelegenheit,

noch einige Einzelheiten, die anderswo keine Stelle finden können, zu berühren.

In der Vorrede der ersten Abtheilung ist eine von mir über den Foetuszustand des Auges der Säugethiere gemachte Beobachtung, die Vasa capsulo-pupillaria, und die durch sie entstehende Membrana capsulo-pupillaris zur Sprache gekommen. Ich verfehle nicht hier anzuzeigen, was seither über diesen Gegenstand verhandelt worden. Bestätigende Beobachtungen sind früher von Reich, hernach von Valentin und Wagner in v. Ammon's *Zeitschrift für Ophthalmologie Bd. III.* mitgetheilt worden. Vergl. Henle ebendas. Bd. IV. und Mueller in *Jahresber. über die Fortschritte der anatomisch-physiologischen Wissenschaften,* in Mueller's *Archiv für Anat. u. Physiol.* 1834. p. 40. Auf meine in der Vorrede der 1. Abth. gemachten Bemerkungen hat hinwieder der sehr verehrte Hr. Prof. Arnold in v. Ammon's *Zeitschr. Bd. IV.* erwiedert, worauf ich den geneigten Leser, welcher sich für diesen Gegenstand interessirt hat, aufmerksam mache, obgleich hierauf meinerseits nur zu wiederholen ist, was bereits in der Vorrede des 1. Bandes und im Jahresberichte a. a. O. bemerkt worden ist. Da Hr. Prof. Arnold die Vasa capsulo-pupillaria des Fötusauges zugiebt, so kann ich laut Vorrede des 1. Bandes weiter nichts verlangen, indem man die anderweitig von ihm berührten Fragen für hors d'oeuvres in dieser Angelegenheit halten kann. Recht sehr bitte ich, nachdem ich, was mir oblag, gethan, nämlich die einst von Hunter gemachte, von Niemand beachtete Entdeckung aus eigener Beobachtung wieder ins Leben gerufen, dass nun andere Naturforscher diesen Gegenstand weiter durch Untersuchungen von Augen injicirter Schaffötus oder anderer Säugethierfötus pflegen wollen.

Die Jahrbücher für wissenschaftliche Kritik haben es an Theilnahme für das Lehrbuch der Physiologie nicht fehlen lassen. So sehr ich mich durch die Theilnahme, welche ein so ausgezeichneter Gelehrter, als Carus meiner Arbeit schenkte, erfreuen musste, so befremdend war mir eine Art zweiter Recension von einem Ungenannten in denselben Jahrbüchern.. Der Verfasser dieser letztern will beweisen, dass in meiner Arbeit über das Blut mehrere Beobachtungen vorkommen, welche bereits Hewson gemacht

habe und die den Meisten unbekannt geblieben seyen. Ich will hier beweisen: 1) dass die Schriften von Hewson dem medicinischen Publicum allgemein bekannt sind, dass meine Beobachtungen über das Blut sogar in demselben Werke und in demselben Bande mit einem vollständigen Auszuge aus Hewson's Beobachtungen erschienen sind; 2) dass die Puncte, in welchen sich zwischen meinen und Hewson's Beobachtungen Aehnlichkeit zeigt, diejenigen sind, in welchen sie mit allen von Hewson bis auf mich folgenden exacten Beobachtern und selbst mit älteren übereinstimmen; 3) dass auf die wesentlichen von mir gemachten Erfahrungen weder Hewson noch irgend ein Anderer Ansprüche der Priorität hat.

1) Die Beobachtungen von Hewson über das Blut sind allgemein bekannt und finden sich in demselben Werke, worin meine Arbeit zuerst erschien, vollständig ausgezogen. Als Herr Prof. Burdach vor Herausgabe des 4. Bandes seiner Physiologie erfuhr, dass ich Beobachtungen über das Blut anstelle, forderte er mich auf, sie ihm als Zusätze zu seinem Werke mitzutheilen. Mein Aufsatz erschien daher zuerst als Zusatz in Burdach's Physiologie Bd. 4. mit Beiträgen von J. Mueller. Leipzig 1832. Prof. Burdach war es nicht um eine Compilation zu thun, so wenig als er früher vom Hrn. v. Baer eine Compilation der Beobachtungen von Malpighi, Wolff, Haller, Pander über das Hühnchen im Ei verlangt hatte, er wollte und erhielt die eigenen Erfahrungen seiner Mitarbeiter ohne allen gelehrten Apparat, in der Art, wie bei unsern Nachbarn Jeder seine eigenen Beobachtungen ohne eine Idee an die kluge Philisterei eines seiner Leser mittheilt. Prof. Burdach hat selbst in diesem Werke auf 261 Seiten, nämlich von pag. 1 — 136. und von p. 334 — 489. eine vollständige Zusammenstellung aller Beobachtungen über das Blut mit den nöthigen Citaten meinem Aufsatze theils vorhergehen, theils folgen lassen. Die Beobachtungen von Hewson sind dort alle ausgezogen, nämlich auf p. 18. 19. 20. 22. 25. 26. 27. 37. 38. 62. 64. 90. 95. 96. 354. 369. 377. 394. 395. 398. 399. 412. Da meine Beobachtungen dem chemischen Publicum besonders interessant seyn mussten, so war es natürlich, sie in Poggendorf's Annalen noch etwas erweitert ferner mitzutheilen und nichts war natürlicher als eine Ab-

kürzung davon in mein Handbuch aufzunehmen. In dieser Abkürzung verwies ich in den ersten Zeilen (*Physiol. p.* 96.) auf eine andere vollständige Zusammenstellung aller fremden Beobachtungen über das Blut, nämlich auf E. H. Weber's Anatomie Bd. 1. Diess letztere Handbuch, welches sich in den Händen nicht allein des medicinischen Publicums, sondern auch der Studirenden befindet, enthält auch wieder Hewson's Beobachtungen ausgezogen und es sind darin die Abbildungen von Hewson, Prevost und Dumas, Fontona, Home, Bauer über Kern und Schale der Blutkörperchen zu erblicken; dass ich hierauf verwies, geschah nach dem in der Vorrede meines Handbuchs ausgesprochenen Grundsatz: „wo die Literatur gross ist, nur diejenigen Schriften namhaft zu machen, in welchen man alle kleineren Hülfsmittel angeführt findet."

2) Die Punkte, in welchen sich zwischen meinen und Hewsons Beobachtungen Aehnlichkeit zeigt, sind diejenigen, in welchen meine Beobachtungen mit allen früheren exacten Beobachtern übereinstimmen, über welche bei älteren sowohl, als neueren guten Beobachtern kein Zweifel obwaltet. Wem als dem Verfasser jener Critik kann es einfallen, einen Vorwurf daraus zu machen, dass man von Form, Plattheit, Grösse, Kern und Schale, Auflösbarkeit der Blutkörperchen in Wasser spricht, ohne Hewson anzurufen. Sind diese Dinge denn nicht Allen bekannt und wiederholt man sie aus einem andern Grunde, als um bei den Widersprüchen der exacten und unexacten Beobachter auf eigene Erfahrung sich zu stützen? Hat man nicht schon vor Hewson ihre Gestalt gekannt, wie Leuwenhoek und Fontana? Haben nicht alle neueren Beobachter Magni, Rudolphi, Schmidt, Young, Kater, Doellinger, Gruithuisen, Prevost, Dumas, Hodgkin, Lister, Edwards, Dutrochet davon gehandelt und haben nicht alle älteren den Kernfleck und alle neueren den Kern selbst beschrieben? In diesem Punkt sind gar keine Entdeckungen möglich; aber meine Mittheilungen enthalten keine einzige bestätigende Thatsache, die ich nicht unabhängig von allen Hülfsmitteln selbst gefunden hätte. Dass die Blutkörperchen im Serum beobachtet werden müssen, dass sie von Wasser aufgelöst werden, im Serum aber sich

nicht verändern, findet man sogleich, es ist nur von schlechten Beobachtern übersehen, und muss das erste seyn, was jedem Observator bekannt wird; von Hewson hat man es daher nicht gelernt, man hat es lange vor ihm von Muys und seit beinahe einem Jahrhundert schon gewusst. Ich hätte es nicht einmal anzuführen gebraucht, hätte nicht Home so viel Sonderbares und Unrichtiges von der Zersetzbarkeit der Blutkörperchen vorgebracht. Die Auflöslichkeit derselben in Wasser musste natürlich in alle chemische Handbücher übergehen. Das Einzige, worin Hewson's Beobachtungen bis auf mich isolirt geblieben sind, ist, dass er die Blutkörper von Wasser rund werden sah und dass er sie unter dem Microscop mit Salzen zusammenbrachte. Dies ist wahrhaftig viel. In Hinsicht des ersten hat er sich geirrt, indem er glaubte, die vom Wasser aufschwellenden Körper seyen mit Flüssigkeit gefüllte Blasen, in welchen der Kern hin und her falle. Diess ist nicht so. Von Salzen werden diese Körper nicht verändert. Das hat er richtig gesehen. Er wusste nicht, dass sie auch von Wasser, das nur Zucker aufgelöst enthält, unverändert bleiben, und daran hat er eben so wenig entbehrt als ich, wenn ich übersah, dass er die Blutkörper von Wasser rund werden und sich in Blasen verändern sah. Hieraus kann man abnehmen, wie viel ich verloren habe, dass ich Hewson's Schrift selbst zur Zeit meiner Arbeit weder besessen, noch gesucht oder gesehen habe. Da Burdach (p. 35.) von Hewson erwähnte, dass er der Urheber der spätern Homeschen Theorie der Blutgerinnung sey, so konnte ich auch hernach nicht sehr begierig werden, seine Ansichten noch näher kennen zu lernen. Freilich hat Burdach hier dem trefflichen Hewson Unrecht gethan.

3) Auf die wesentlichen von mir gemachten Erfahrungen über das Blut, die wahrhaftig den einfachen Titel „nach eigenen Untersuchungen" rechtfertigen, hat weder Hewson, noch irgend ein Anderer Ansprüche der Priorität. Kein anderer Naturforscher hat die chemische Natur der Schale und des Kernes der Blutkörperchen, die chemische Natur der Chyluskörperchen und Lymphkörperchen durch chemische Versuche aufgeklärt. Ich zeigte gegen Home die Unveränderlichkeit der Blutkörper durch

das Schlagen des Blutes, die unveränderte Beschaffenheit der Blutkörperchen im Menstrualblute, wo der Faserstoff fehlt, ihre unveränderte Beschaffenheit im Arterien- und Venenblut, und nach der Unterbindung der Lungen der Frösche, die Auflösbarkeit der Schale in Essigsäure, wodurch man die Kerne erhält. Ich zeigte ferner das Verfahren, wie man die Kerne in Menge isolirt und ohne vorherige chemische Einwirkung erhalten kann, um damit chemische Versuche anzustellen. Ich beobachtete ferner, dass wie die Essigsäure die Schale und nicht den Kern der Blutkörperchen, die Alkalien den Kern und die Schale lösen. Ich zeigte, wie man die Lymphe der Frösche zu chemischen Versuchen gewinnt, wodurch man diese, sonst im ganzen Leben des Arztes ihm nicht vorkommende, Flüssigkeit mit leichter Mühe in den Vorlesungen zeigen kann. Wer hat früher wahre Lymphe des Menschen beobachtet? Ich beobachtete, mit Dr. Nasse, die Lymphe und Lymphkörnchen des Menschen, die von Niemand bisher gesehen waren, und ihren Nichtantheil an der Coagulation derselben; dasselbe zeigte ich von den Lymphkörnchen des Frosches, und zeigte die Unauflöslichkeit der Chyluskörperchen der Thiere durch Aether; woraus hervorgeht, dass sie nicht blosse Fetttheilchen seyn konnen, wie man annahm. Auch die Grössenbestimmung der Lymph- und Chyluskörnchen ist hier wichtig, da sie fehlte. Ich fand die Chyluskörnchen und Lymphkörnchen im Blute der Frösche gerade so, wie ich sie in ihrer Lymphe gezeigt hatte. Ich zeigte ihre Aehnlichkeit und Verschiedenheit von den Kernen der Blutkörperchen; Hewson lässt die Blutkörper mitsammt der Schale in den Lymphgefässen und der Milz entstehen. Wer hat früher untersucht, wie Gase, z. B. Chlorgas, Sauerstoffgas, kohlensaures Gas auf die Blutkörperchen wirken? Endlich zeigte ich die Coagulation des Eiweisses von Chylus und Blut, und des Käsestoffes der Milch von concentrirter Lösung von Kali, wodurch auf einmal das Verhalten des Eiweisses an der Voltaischen Säule aufgeklärt wird. Diese und andere Beobachtungen über Arterien- und Venenblut sind in mehrfacher Beziehung interessant, aber die von mir gefundene Thatsache, dass der Faserstoff im Blute aufgelöst ist, dass man seine Gerinnung zwischen den Blutkörperchen unter dem Microscope beobachten

kann, und dass man ihn von dem Blute des Frosches abfiltriren kann, dass man ihn auch beim Menschen vermittelst kohlensauren Kalis als solchen darstellen kann, während er nach den bisher allgemein angenommenen Ansichten von Home, Prevost und Dumas, Edwards, Dutrochet in den Blutkörperchen stecken sollte, ist eine der bemerkenswerthesten Beobachtungen in der neuern Physiologie, wofür alle Naturforscher danken werden, welche wissen, wie verwirrt und ungewiss dieser Theil der Physiologie des Blutes war. Was hier zu thun war, kann man aus den eben angeführten vollständigen Zusammenstellungen der Beobachtungen von Burdach und E. H. Weber sehen. Die älteren Aerzte und mit ihnen Hewson, und unter den neueren Naturforschern Berzelius und Burdach glaubten, dass der Faserstoff im Blute aufgelöst sey. Burdach nennt bereits die Flüssigkeit des Blutes Lympha sanguinis. Es kam nur darauf an es zu beweisen, und es ist nun durch die Filtration ein- für allemal bewiesen (die Frage vom entzündlichen Blute ist eine ganz andere). Der Kritiker übergeht diesen wichtigen Theil meiner Beobachtungen mit Stillschweigen. Niemand hat ferner früher den flüssigen Faserstoff, wie er durch Filtration erhalten wird, chemisch untersucht; gewiss werden die Aufschlüsse über das Verhalten desselben, so lange er flüssig ist, gegen Reagentien namentlich zum Aether, im Gegensatz gegen das Eiweiss auch ferner so bemerkenswerth bleiben, als sie bis jetzt waren. Ich zeigte die Grössenunterschiede der Lymph- und Chyluskörperchen und der Kerne der Blutkörperchen von den Elementen der Gewebe, und an die Zusammensetzung thierischer Theile aus Blutkörpern und Kernen von Blutkörpern wird Niemand so leicht mehr denken. Ich habe ferner das Verhalten des Faserstoffes im lebendigen flüssigen Zustand gegen die galvanische Säule im Gegensatze gegen Schale und Kern der Blutkörperchen festgestellt; wie ich hinwieder bewies, dass das Blut kein eigenthümliches electrisches Verhalten hat; dass die Gerinnung der alkalinischen Faserstoff-Lösung am Zinkpol von chemischer Einwirkung des Kupferdraths, die des Eiweisses an beiden Polen von den Salzen desselben abhängig ist, wie ich weiter sowohl Bellingeri's als Dutrochet's Versuche

über das electrische Verhalten des Blutes entkräften konnte. Da ich wusste, dass viel Alkali auch das Eiweiss des Blutes gerinnen macht, so hatte ich auch die Ursache der bisher unerklärlichen Erscheinung eingesehen, warum das Eiweiss nicht bloss an einem Pole gerinnt. Endlich mussten auch meine Erfahrungen zur Aufdeckung der einfachen Ursache führen, warum HERMANN's bekannte Untersuchungen über das Blut unrichtige Resultate herbeiführen mussten. In Hinsicht des entzündlichen Blutes hatte ich nicht Alles zu thun. Hier waren mehrere gute Beobachtungen vorhanden; z. B. BABINGTON's in meinem Memoire angeführte Beobachtung, dass der Faserstoff der Speckhaut aus dem entzündlichen Blute abgeschöpft werden könne. Wenn diess schon HEWSON beobachtet hat, so schmälert diess nicht mein, sondern BABINGTON's Verdienst. Die Erfahrung bleibt auch nicht auf HEWSON sitzen, denn dieser führt selbst etwas Aehnliches von DE HAEN an; wie ich eben sehe. Meine Erfahrungen für die von SCUDAMORE, HUNTER und so manchem Andern vorgetragene Ansicht, sind wieder andere; ich bewies sie durch Behandlung des gesunden Blutes mit kohlensaurem Kali, wodurch ich eine künstliche schwache Speckhaut erzeugte. So viel von demjenigen Theile meiner Beobachtungen in dem fraglichen Aufsatze, welchen unser Freund angetastet hat.

Wie ich die Lehre vom Blute angetroffen, und wie ich sie verlassen, ist bereits durch das Urtheil der Sachverständigen festgestellt. BERZELIUS *Jahresbericht*. Anteacta zwingen mich, den Verf. der Kritik weder zu den Sachverständigen, noch zu den Unpartheiischen in diesem Theile der Physiologie zu zählen. Derselbe hat ein ganzes Buch über das Blut geschrieben, von welchem ich hier keine Kritik zu geben habe, und von welchem ich nur anführe, dass es glücklicherweise ohne Einfluss auf die Wissenschaft geblieben ist. In diesem Buche werden die Blutkörperchen des lebenden Blutes ganz geläugnet, denn die Bluttheilchen entstehen in jedem Augenblicke und vergehen in demselben wieder. Als diess auf RUDOLPHI's und Anderer Bedeuten sein natürliches Ende erreichte, wurden aus den Blutkörperchen, die nun einmal mit Schale und Kern nicht abzuweisen sind, Luftbläschen (merke wohl, sie sinken im Serum unter). Und dieser selbe Beobachter ist es, der ei-

ner guten Beschreibung der Blutkörper den Vorwurf macht, dass HEWSON sie auch schon genau gekannt habe. Das Studium des HEWSON wird dem Verfasser der Kritik übrigens ganz nützlich seyn. Er hat darin schon gesehen, dass die Blutkörper existiren, und wird auch noch weiter daraus ersehen, dass sie auch in den Gefässen des lebenden Thieres existiren, was er RUDOLPHI nicht glauben wollte. Was die von dem Verfasser getadelten Ansprüche betrifft, so pflegen wir uns mit Materien, die uns fremd sind und fern liegen, gar nicht abzugeben, wir wollen aber überall auf unsere eigene Anschauung in unserm Fache, der Anatomie und Physiologie uns berufen können, und haben nur zu bedauern, dass es nicht überall möglich ist. Daher wir uns denn vollkommen zu derjenigen grossen Prätension, die uns der Verfasser der Kritik vorwirft, offenherzig bekennen.

Am Schlusse der Kritik macht der Verfasser im Vorübergehen einen kleinen Versuch, mir die Priorität einer wichtigen Entdeckung abzusprechen. Ich muss doch auch ein Beispiel von dieser Art geben. Im Jahre 1832 machte ich meine Entdeckung der Lymphherzen der Amphibien bekannt. POGGENDORF's *Annalen.* 1832. Heft 8. Ausführlicher wurde die Beobachtung der vier Organe am 14. Februar 1833 in der Royal Society of London vorgelesen. Ein Jahr nach meiner ersten Mittheilung, 1833, kömmt die Beobachtung ohne Nennung meines Namens auch in einem Werke von PANIZZA vor; und diess nennt unser Freund ein Anschliessen an PANIZZA. Dieser Anachronismus erinnert mich an einen ähnlichen gleich motivirten unseres Freundes, wodurch er einen ausgezeichneten Pflanzenphysiologen und Reisenden brieflich einer französischen gelehrten Gesellschaft als einen seiner fleissigsten Schüler (un de ses disciples les plus assidus) abfertigend bezeichnet. *Institut Journal general etc.* 1834.

Unser guter Rath ist der: irren kann Jeder, aber Pflicht ist, seinen Irrthum ausser Circulation zu setzen. Möge der Verfasser jener Kritik zuerst durch ein offenes Zurücknehmen seiner früheren Täuschungen in Hinsicht des Blutes die Achtung der Sachverständigen in Anspruch nehmen, bis dahin vom Blute so wenig als möglich Aufhebens machen und dann wiederkommen.

Die wichtigeren Bereicherungen unserer Wissenschaft seit dem Erscheinen der ersten und seit dem Drucke der zweiten Abtheilung des Handbuches, und einige Berichtigungen und Nachträge habe ich am Ende der zweiten Abtheilung hinzugefügt; man bittet den geneigten Leser gar sehr, sie nicht zu übersehen. Besonders mache ich auf EHRENBERG's Entdeckung microscopischer Crystalle in organischen Theilen; auf PURKINJE's und VALENTIN's Entdeckung der Wimperbewegungen in den Schleimhäuten; auf MITSCHERLICH's, GMELIN's und TIEDEMANN's Beobachtungen in Beziehung auf den Mangel von Luft im Blute; auf EBERLE's Beobachtungen über die Verdauung; auf die eben erschienenen Beobachtungen von PANIZZA über die Nervenwurzeln, die Plexus und die Geschmacksnerven (siehe die Nachträge), und in Beziehung auf die in der ersten Abtheilung unseres Handbuches behandelte Erection auf die von mir gemachte Entdeckung der bei der Erection wirksamen Arterien im Menschen und den Thieren aufmerksam, wovon in der zweiten Abtheilung p. 804. eine vorläufige Mittheilung gegeben ist. HAUGSTED's Untersuchungen über die Thymus, RETZIUS Beobachtungen über die Nebennieren der Knorpelfische, und TREVIRANUS Beobachtungen über die willkührlichen Bewegungen der Gliederthiere nach der Enthauptung sind an den entsprechenden Stellen durch Versehen unbeachtet geblieben und in den Nachträgen nachzusehen.

Der zweite Band des Handbuches der Physiologie beschäftigt mich nun auf das angelegentlichste, und glaube ich versprechen zu können, dass dessen baldiger Erscheinung kein Hinderniss im Wege steht.

Berlin, am 26. November 1834.

**Dr. J. Müller.**

# Inhalt.

## Der speciellen Physiologie Drittes Buch.

### Physik der Nerven.

# Prolegomena.

Die Physiologie ist die Wissenschaft von den Eigenschaften und Erscheinungen der organischen Körper, der Thiere und Pflanzen, und von den Gesetzen, nach welchen ihre Wirkungen erfolgen. Die erste Frage, welche man sich beim Eintritt in diese Wissenschaft zu beantworten hat, ist die nach dem Unterschied der organischen und unorganischen Körper. Sind die Körper, welche die Erscheinungen des Lebens darbieten, in ihrer materiellen Zusammensetzung von den unorganischen Körpern verschieden, deren Eigenschaften die Physik und Chemie untersuchen? und da die Erscheinungen in beiden Reichen so verschieden sind, sind auch die Grundkräfte, welche sie bewirken, verschieden, oder sind die Grundkräfte des organischen Lebens nur Modificationen der physischen und chemischen Kräfte?

## I. Von der organischen Materie.

Empfindung, Ernährung, Zeugung haben kein Analogon in den übrigen physischen Erscheinungen, und dennoch sind die Elemente der organischen Körper solche, welche in die Zusammensetzung der unorganischen Körper eingehen. Die organischen Körper enthalten zwar als nächste Bestandtheile Materien, welche nur ihnen eigenthümlich sind und welche durch keinen chemischen Process künstlich erzeugt werden können, wie Eiweiss, Faserstoff etc. Allein bei der chemischen Analyse zerfallen alle diese Körper in Elemente der unorganischen Körper. Die wesentlichsten Bestandtheile der Pflanzen sind Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, seltener Stickstoff; ausserdem finden sich bald seltener, bald häufiger Phosphor und Schwefel (beide vorzüglich im Pflanzeneiweiss und Kleber, dann besonders in den Tretradynamisten mit Stickstoff), Kalium (fast allgemein), Natrium (vorzüglich in den Pflanzen des Meeres), Calcium (fast allgemein), Alumium (selten), Silicium, Magnium (sparsam), Eisen und Manganium häufig, Chlor, Jod und Brom (beide in Seepflanzen). In der Thierwelt finden sich diese Stoffe ausser Alumium wieder; Natrium ist häufiger, Kalium seltener als in Pflanzen, Jod und Brom in einigen Seethieren. Die Bestandtheile des menschlichen Körpers und der höheren Thiere sind: Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlenstoff, Stickstoff, Schwefel (vorzüglich in den Haaren, im Eiweiss und Gehirne), Phosphor (vorzüglich in den Knochen, Zähnen und im Gehirne), Chlor, Fluor (vorzüglich in den Zähnen und Knochen), Kalium, Natrium, Calcium (vorzüglich in den Knochen und Zähnen), Magnium (vorzüglich in den Knochen und Zähnen), Manganium (in den Haaren), Silicium (in den Haaren), Eisen (vorzüglich im Blute, im schwarzen Pigmente, in der Krystallinse). Der erste

Unterschied der organischen und unorganischen Körper betrifft also die Zahl der in sie eingehenden Elemente. Nicht alle Elemente gehen in die Zusammensetzung der organischen Körper ein, mehrere sind für das Leben derselben schädlich. Der zweite Unterschied betrifft die Art der Combination. Die Verschiedenheit der unorganischen und organischen Materie beruht höchst wahrscheinlich in folgender zuerst von Fourcroy und Berzelius dargestellten Eigenthümlichkeit:

1) In der unorganischen Natur giebt es nur *binäre* Verbindungen, indem zwei einfache Stoffe sich unter sich verbinden, oder diese binäre Verbindung wieder mit einem andern Stoffe oder einer andern binären Verbindung sich vereinigt. Die Kohlensäure ist eine binäre Verbindung von Kohlenstoff und Sauerstoff, das Ammonium eine binäre Verbindung von Stickstoff und Wasserstoff; Kohlensäure und Ammonium verbinden sich zu kohlensaurem Ammonium.

| | | |
|---|---|---|
| Sauerstoff<br>Kohlenstoff | Kohlensäure | kohlensaures Ammonium. |
| Wasserstoff<br>Stickstoff | Ammonium | |

Eine unmittelbare Verbindung von 3, 4, oder mehreren Stoffen unter einander, wo alle Bestandtheile gleich mit einander verbunden sind, scheint nur unter dem Einflusse des thierischen oder pflanzlichen Lebens oder der organischen Kräfte möglich. So entsteht aus denselben Elementen Sauerstoff, Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff, welche durch binäre Verbindung kohlensaures Ammonium bilden, unter dem Einflusse des organischen Lebens organische Materie. Diese Verbindungen nennt man nach der Zahl der zugleich gebundenen Elemente *ternäre* und *quaternäre*. So sind Pflanzenschleim, Zucker, Stärkmehl, Fett, ternäre Verbindungen von Kohlenstoff, Sauerstoff und Wasserstoff. Quaternäre Verbindungen sind der Kleber, der Eiweissstoff, der Faserstoff, der thierische Schleim, der Käsestoff, sie enthalten als vierten Bestandtheil noch Stickstoff. Alle chemischen Verbindungen der unbelebten Natur sind binäre in erster 2. 3. 4. Ordnung, nämlich entweder einfach binäre Verbindungen aus zwei Elementen oder Verbindungen eines Elementes mit einer binären Verbindung, oder binäre Verbindungen von binären Verbindungen der Elemente. Diese Theorie der Zusammensetzung der organischen Körper aus ternären und quaternären Zusammensetzungen ist zwar in neuerer Zeit, besonders in Beziehung auf einige Producte aus organischen Körpern, wie Weingeist u. a., in Zweifel gezogen, hat aber immer noch namentlich in Beziehung auf die höheren organischen Verbindungen, wie sie in den Pflanzen und Thieren selbst vorkommen, als Eiweiss, Faserstoff u. a. eine grössere Wahrscheinlichkeit. Die Art der Verbindung der Elemente ist jedenfalls in den organischen Körpern so eigenthümlich und durch so eigenthümliche Kräfte bewirkt, dass die Chemie zwar organische Verbindungen aufzulösen, aber keine zu bilden vermag. Berard, Proust, Doebereiner, Hatchett glauben zwar organische Verbindungen künstlich erzeugt zu haben; allein diese haben sich

nicht hinlänglich bestätigt, und es können nur WOEHLER's Entdeckungen hierher gerechnet werden. Bei Sättigung von wässerigem Ammonium durch Cyangas, enthält die Flüssigkeit viel Kleesäure, wie WOEHLER entdeckt hat. Auch bei der Darstellung des Kaliums aus Kohle und kohlensaurem Kali, geht mit dem Kalium eine schwarze Masse über, die mit Wasser behandelt viel oxalsaures Kali giebt. Die Kleesäure wird jedoch jetzt als eine binäre Verbindung von Kohlenstoff und Sauerstoff betrachtet; sie zersetzt sich zwar, wenn man ihr alles Wasser entzieht; hierin verhält sie sich indess wie Salpetersäure, die beim Entziehen des letzten Antheils von Wasser sich zersetzt. MITSCHERLICH *Chemie* 416. Nach WOEHLER's Entdeckungen erhält man Harnstoff statt cyanichtsauren Ammoniaks, wenn man frisch gefälltes cyanichtsaures Silberoxyd mit einer Auflösung von Chlorammonium übergiesst, wobei sich das Silbersalz in Chlorsilber verwandelt. Harnstoff bildet sich auch bei der Zersetzung des cyanichtsauren Bleioxyds durch wässeriges Ammoniak. Die Auflösung enthält anfangs cyanichtsaures Ammoniak, aber nach dem Verdunsten der Auflösung verwandelt sich das Salz in Harnstoff. So fand auch WOEHLER, dass sich Ammoniakgas und cyanichtsaurer Dampf zu cyanichtsaurem Ammoniak condensiren, das sich aber beim Schmelzen, Kochen oder freiwilligen Verdunsten seiner Auflösung in Harnstoff verwandelt. So bildet sich auch zuerst cyanichtsaures Ammoniak und daraus Harnstoff, wenn man cyanichte Säure mit Wasser oder mit flüssigem Ammoniak zusammenbringt. GMELIN's *Chemie* 3. 6. BERZELIUS *Thierchemie*. 356. Der Harnstoff steht indess an der äussersten Grenze der organischen Stoffe, und ist mehr Excretum als Bestandtheil des thierischen Körpers. Der Harnstoff ist vielleicht nicht einmal eine solche Verbindung, welche die charakteristischen Eigenschaften der organischen Producte hat.

2) BERZELIUS führt auch einen andern wesentlichen Unterschied an. In den organischen Verbindungen zeigen die Mischungsgewichte kein so einfaches Zahlenverhältniss, als in den unorganischen. So giebt es z. B. eine grosse Menge von Fettarten, die CHEVREUL untersucht hat, und die nach ihm zum Theil nur durch Bruchtheile in dem Zahlenverhältnisse der Molecule von einander unterschieden sind.

3) Die organischen Körper bestehen ferner grösstentheils aus verbrennlicher Substanz, und zwar enthalten die verbrennlichen Theile der Thiere und Pflanzen (mit Ausnahme der Säuren) den Sauerstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff in einem solchen Verhältnisse, dass der Sauerstoff nicht hinreichen würde, den sämmtlichen Wasserstoff in Wasser und den Kohlenstoff in Kohlensäure zu verwandeln.

Eine ausführliche Entwickelung dieser Unterschiede findet man in den classischen Lehrbüchern über Chemie von BERZELIUS und von GMELIN, und über Anatomie von E. H. WEBER. HILDEBRANDT's *Handb. d. Anat. d. Menschen. 4. Ausgabe* von E. H. WEBER. *I. Band.*

Die in den organischen Körpern vorhandene organische Ma-

terie erhält sich nur während des Lebens der organischen Körper vollständig. Schon während des Lebens können Elemente oder binär verbundene Stoffe, von aussen auf die organischen Körper wirkend, das Gleichgewicht der Stoffe in den organischen Verbindungen stören, und die organische Combination zersetzen, wie z. B. in der Verbrennung einzelner Theile des lebenden Körpers. Zuletzt tritt diese Störung des Gleichgewichtes in jedem lebenden Körper von selbst ein, der Zustand oder die Kraft, welche die organischen Combinationen erhielten und umwandelten, werden immer schwächer, bis sie nicht mehr im Stande sind, dem Streben der in der organischen Materie befindlichen Elemente zu binären Verbindungen unter sich und mit anderen Elementen das Gleichgewicht zu halten, und der organische Körper mit der organischen Materie zerfällt. Dann ist die organische Combination nicht allein ohne die organischen Erscheinungen, die sie vorhin zeigte, sondern auch mehrentheils nicht fähig, sich zu erhalten, sondern den chemischen Gesetzen der binären Combination unterworfen, und zerfällt in binäre Verbindungen mit den Erscheinungen der Gährung und Fäulniss, stinkender Fäulniss besonders dann, wenn die organischen Materien viel Stickstoff enthalten. Die Erfahrung zeigt also, dass bei den unorganischen Körpern die Verbindung von der Wahlverwandtschaft und den Kräften der verbundenen Stoffe abhängt, dass in den organischen Körpern dagegen die bindende und erhaltende Gewalt nicht bloss die Eigenschaften der Stoffe selbst sind, sondern noch etwas Anderes, welches der chemischen Wahlverwandtschaft nicht allein das Gleichgewicht hält, sondern auch nach den Gesetzen eigener Wirksamkeit organische Combinationen verursacht. Von den imponderabeln Materien haben Licht, Wärme, Electricität, auf die Verbindungen und Trennungen der Stoffe in den organischen Körpern eben so Einfluss, wie auf die Verbindungen und Trennungen in den unorganischen Körpern; aber nichts berechtigt uns, eines dieser Agentien ohne Weiteres als letzte Ursache der Wirksamkeit in der belebten organischen Materie anzusehen.

Die organischen Substanzen zerfallen nach dem Aufhören des Lebens immer, wenn die Bedingungen zur Aeusserung der chemischen Wahlverwandtschaft vorhanden sind. Die hierbei stattfindenden Zersetzungen sind nach Gmelin folgende: Es werden theils Bestandtheile der organischen Verbindungen abgeschieden, als Stickgas, Wasserstoffgas; theils vereinigen sie sich untereinander zu unorganischen Verbindungen, wie Wasser, Kohlensäure, Kohlenoxyd, Kohlenwasserstoffgas, ölerzeugendes Gas, Ammoniak, Cyan, Blausäure, Phosphorwasserstoffgas, Hydrothionsäure, theils vereinigen sie sich nach anderen Verhältnissen zu einer neuen organischen Verbindung oder zu mehreren, Zucker aus Stärkemehl. Bisweilen zerfällt aber eine organische Verbindung einerseits in unorganische Verbindungen, anderseits in organische, wie der Zucker bei der Gährung in Kohlensäure und Weingeist. Im vollkommen trockenen Zustande zersetzen sich die organischen Verbindungen bei gewöhnlicher Temperatur nicht; zu dieser freiwilligen Zersetzung ist wenigstens Wasser, oft auch die Luft

nöthig. Gmelin erklärt den Umstand, dass die Zersetzung bei manchen organischen Substanzen nicht immer sogleich nach dem Tode des Thieres oder der Pflanze beginnt, aus dem Mangel der nöthigen Bedingungen für das Eintreten der Wahlverwandtschaft. Diess hat denselben Grund, warum z. B. gewisse unorganische Verbindungen erst bei einer bestimmten Temperatur sich zersetzen. Gmelin's *Chem.* 3. 9. Nasse thierische Theile zerfallen von selbst, auch ohne atmosphärische Luft, unter Quecksilber, wiewohl die atmosphärische Luft die Fäulniss am meisten, selbst mehr als reines Sauerstoffgas, befördert, so wie andererseits ein gewisser Grad von Wärme nöthig ist. Die Producte der Fäulniss thierischer und besonders menschlicher Substanzen sind kohlensaures Gas, zuweilen auch Stickgas, Wasserstoffgas, Schwefelwasserstoffgas, Phosphorwasserstoffgas und Ammoniak. Auch bildet sich Essigsäure und zuweilen Salpetersäure, und es bleiben ausser dem langsamer sich zersetzenden Moder zuletzt die fixen Bestandtheile, Erden, Oxyde, Salze, und bilden mit dem Moder Humus. S. Weber 4. *Ausg. von* Hildebrandt's *Anatomie. I.* p. 70. Im Wasser und in manchen Gräbern, selbst ohne Zutritt des Wassers, erleiden thierische und menschliche Leichen eine Umwandlung vieler Theile in eine fettige Substanz, adipocire, Fettwachs. Gai-Lussac und Chevreul halten diess für das schon im frischen Zustande in den organischen Theilen enthaltene Fett, was übrig bleibt, wenn die übrigen Substanzen zerstört werden. Denn nach diesen beiden Chemikern soll die Menge des in frischen Thierestheilen chemisch darstellbaren Fettes nicht geringer seyn, als sich durch Fäulniss derselben Theile in Wasser ergiebt. Berzelius dagegen glaubt, dass eine wirkliche Umwandlung von Faserstoff, Eiweis und Färbstoff des Blutes in Fettwachs stattfinde. S. Weber a. a. O.

Die Hauptverschiedenheiten in der Zusammensetzung der organischen Materie scheinen von dem Verhältnisse der Mischungsgewichte der Elemente Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlenstoff, Stickstoff abzuhängen. Von diesen gilt es hauptsächlich, dass die organischen Verbindungen ternäre und quaternäre, aber keine binären Verbindungen sind. In welchem Zustande aber die sparsam vorkommenden mineralischen Elemente in den organischen Verbindungen sind, ob ebenfalls zu quaternären und mehrfachen Verbindungen verwandt oder als beigemengte binäre Verbindungen, ist eine andere sehr wichtige und jetzt unauflösbare Frage. Von der wässerigen Auflösung von Färbestoff des Blutes und anderen thierischen aufgelösten Substanzen kann man nach Engelhart die mineralischen Bestandtheile trennen, indem man Chlorgas durch die Auflösung leitet, worauf die thierische Materie frei von erdigen und metallischen Bestandtheilen zu Boden sinkt, ohne dass die Combination von Kohlenstoff, Stickstoff, Wasserstoff und Sauerstoff in der organischen Materie aufgehoben wird. Berzelius lässt es unsicher, in welcher Form Schwefel und Phosphor in den Thieren enthalten sind, ob im elementaren Zustande zu quaternären und mehrfachen Verbindungen verwandt, oder mit ternären und quaternären Verbindungen binär verbunden, oder ob jeder dieser

Stoffe in einer binären Verbindung wieder mit andern verbunden ist. Bei Verbrennung des Hirnfettes erhielt VAUQUELIN eine nicht einäscherbare Kohle, die so viel Phosphorsäure enthielt, dass diese den zur Verbrennung nöthigen Zutritt der Luft verhinderte. Nach Ausziehung der Phosphorsäure mit Wasser brannte die Kohle wieder bis zu einem gewissen Grade, und hörte dann wieder auf, worauf sie sauer geworden. Aus diesem Umstande, sagt BERZELIUS, sieht man, dass die Kohle den Phosphor in einer nicht flüchtigen Verbindung, und auf eine in der unorganischen Natur bis jetzt noch unbekannte Weise enthalte. *Thierchemie.* 16. Auch ist es nach BERZELIUS einigermassen wahrscheinlich, dass das Eisen im Blute regulinisch und nicht als Oxyd enthalten ist. Denn nach ENGELHART's Entdeckung wird dem aufgelösten Blutroth und anderen thierischen aufgelösten Substanzen durch Chlorgas oder Chlorwasser alles Eisen, Calcium, Magnium und Phosphor entzogen, und diese Substanzen bleiben in dem durch Chlor bewirkten Zustande aufgelöst, während die von allen erdigen und metallischen Theilen befreite thierische Substanz mit Salzsäure verbunden zu Boden fällt. Nun hat aber Chlor keine Verwandtschaft zu Oxyden, wohl aber eine sehr grosse zu regulinischen Metallen; ferner wird Eisen von mineralischen Säuren nicht aus dem Blute ausgezogen, da sie doch eine grosse Verwandtschaft zu Metalloxyden, aber keine zu regulinischen Metallen haben. Hiernach hielt es BERZELIUS für wahrscheinlicher, dass das Eisen im Blute im regulinischen Zustande und nicht als Oxyd enthalten ist. Indessen haben Versuche von HEINR. ROSE die Sache wieder zweifelhaft gemacht. Derselbe hat nämlich entdeckt, dass ein grosser Theil nicht flüchtiger organischer Stoffe, wie Zucker, Stärke, Gummi, Milchzucker, Leim, die Eigenschaft haben, dass bei Vermischung ihrer wässerigen Auflösung mit einer kleinen Menge eines Eisenoxydsalzes, das Eisenoxyd bei Zusatz eines Alcalis nicht niedergeschlagen wird, dass auch Blutwasser und verdünntes Eiweiss mit einem Eisenoxydsalze und kaustischem Ammoniak versetzt, kein Eisenoxyd niederschlugen. Diese Versuche liessen wiederum vermuthen, dass das Eisen in dem Färbestoffe des Blutes in einer analogen Verbindung von Eisenoxyd mit dem eigentlichen Thierstoff enthalten sey. Gleichwohl glaubt BERZELIUS das Letztere nicht. Seine Versuche machen es nämlich wahrscheinlich, dass die Art Verbindung, welche bei ROSE's Versuchen das Eisenoxyd im Färbestoffe oder Eiweiss aufgelöst erhält, nicht die sey, durch welche der Färbestoff des Blutes eisenhaltig ist, weil diese sonst durch Einwirkung von Säuren, wie in BERZELIUS vergleichenden Versuchen, ihren Eisengehalt verlieren müsste. BERZELIUS *Thierchemie.* p. 61. Dass es anderseits im thierischen Körper nicht blosse Verbindungen von thierischen Materien mit mineralischen Elementen, sondern auch entweder beigemengte oder gebundene binäre Verbindungen giebt, wie die Oxyde, Salze, wird aus vielen Thatsachen wahrscheinlich. Hierher gehört 1. die Erscheinung microscopischer kleiner Salzkrystalle in bloss ausgetrockneten thierischen Säften. 2. Die Leichtigkeit, womit der Gehalt der Pflanzen an mineralischen Stoffen nach ihrem Standorte wechselt, was,

wenn die mineralischen Elemente nur als Elemente in die Bildung der thierischen Materie eingingen, nicht der Fall seyn könnte. 3. Die Leichtigkeit, woraus die dem Blute zufällig beigemischten Salze im Harne wieder sich absetzen. 4. Kochsalz lässt sich, wie Autenrieth bemerkt, aus dem festen thierischen Stoffe auswaschen. *Physiol.* 1. 29. 5. Der Zustand der phosphorsauren Kalkerde in den Knochen. Denn es ist, wie E. H. Weber zeigt, gewiss, dass der phosphorsaure Kalk nicht als Phosphor, Sauerstoff und Calcium in den Knochen enthalten ist, sondern dass der phosphorsaure Kalk als binäre Verbindung wieder mit dem Knorpel der Knochen verbunden, oder vielleicht nur beigemengt ist. Diess beweist die Färberröthe, rubia tinctorum, die eine grosse Verwandtschaft zum phosphorsauren Kalk, aber nicht zur Kalkerde oder zum Calcium hat, und die von den Knochen eines lebenden Thieres, das man mit Färberröthe füttert, aus dem Blute bei der Ernährung angezogen wird. Anderseits zersetzen mehrere Säuren die in den Knochen enthaltenen Kalksalze und ziehen sie aus, ohne die Form des Knorpels zu verwandeln und ihn zu zersetzen. Weber l. c. p. 318. 340.

Sieht man auf die Reste der thierischen Theile, und sieht man ab von dem, was in einzelnen Fällen Educt oder Product der chemischen Analyse seyn kann, so kann man mit E. H. Weber zwei Reihen binärer Verbindungen im thierischen und besonders menschlichen Körper annehmen, nämlich:

1) binär zusammengesetzte Materien aus mineralischen Bestandtheilen, wie phosphorsaures Natron, phosphorsaurer Kalk, phosphorsaure Magnesia, kohlensaures Natron, kohlensaurer Kalk, salzsaures Kali, salzsaures Natron, Fluorcalcium, Kieselerde, Manganoxyd, Eisenoxyd, Natron;

2) binär zusammengesetzte Materien aus zum Theil organischen, zum Theil unorganischen Bestandtheilen. Hierher wäre das Eiweiss im Blute zu rechnen, wo es eine Verbindung mit Natron bilden soll, Albuminat von Natron. Auch die milchsauren Salze, milchsaures Kali, Natron wären hierher zu rechnen.

Wir gehen nun zur Betrachtung der einfachsten Formen über, in welchen die organische Materie erscheint. Sie sind folgende:

1) die organische Materie ist in vielen Säften in einem vollkommen aufgelösten Zustande; sie zeigt bei microscopischen Untersuchungen keine sichtbaren Molecüle. So enthält das Blutwasser Thierstoff im aufgelösten Zustande, der sich erst durch die Wirkung der galvanischen Säule, oder durch Erhitzung und andere chemische Einflüsse zu Kügelchen bildet. In demselben Zustande befindet sich ein Theil der thierischen Materie in der Lymphe der Lymphgefässe.

2) Die lebenden festen Theile befinden sich in einem nur den organischen Wesen eigenen Zustande der Aufweichung. Das Wasser theilt ihnen die Eigenschaft der Ausdehnbarkeit, Biegsamkeit mit, ohne dass man sie nass nennen kann und ohne dass sie andere durch Mittheilung dieses Wassers benetzen können. Diess Wasser beträgt nach Berzelius bis $\frac{4}{5}$ ihres Gewichtes. Es scheint ihnen, wie Berzelius bemerkt, nicht durch chemische Verwandt-

schaft anzugehören, da es allmählig wegtrocknet und man es in einer starken Presse zwischen Fliesspapier augenblicklich aus ihnen herausdrücken kann. Durch den Verlust des Wassers wird in der thierischen Materie mit Ausnahme einiger der niedersten Thiere und Pflanzen, die beim Erweichen wieder aufleben, die Lebensfähigkeit ganz zerstört. Berzelius *Thierchemie* p. 7. Nach Chevreul kann nur reines Wasser das Phänomen der vollen Aufweichung hervorbringen, obgleich gesalzenes Wasser auch von trockenen thierischen Theilen, so wie Alcohol, Aether, Oel eingesogen werden.

Nasse thierische Theile lassen aber durch ihre unsichtbaren Poren, welche von dem Wasser erfüllt werden, zu, dass Stoffe, die mit ihnen in Berührung kommen, wofern sie im Wasser auflöslich sind, sich in dem Wasser, was die thierischen Theile nass macht, auflösen, oder wofern sie schon aufgelöst waren, weiter vertheilen. Diess gilt auch für gasförmige Flüssigkeiten. Eben so leicht giebt das Wasser der nassen thierischen Theile Aufgelöstes an andere Theile ab, welche davon auflösen können. Die Gesetze der Anziehung der Stoffe bei der Auflösung und Mischung, die Gesetze des Gleichgewichtes der Vertheilung mischbarer Flüssigkeiten haben daher auch in den nassen thierischen Theilen ihre Anwendung. Da eine poröse organische Membran, wenn sie auf beiden Seiten mit Wasser in Berührung steht, durch ihre Poren ein Continuum von Wasser von dem einen zu dem andern Wasser bildet, so können Stoffe, in dem beiderseitigen Wasser aufgelöst, jene Membran bis zum Gleichgewichte der Mischung und Vertheilung allmählig durchdringen. Diess gilt auch für Gase, die mit nassen thierischen Theilen in Berührung stehen. Wir werden in der Folge sehen, dass hierbei, gleichwie bei porösen unorganischen Körpern, ein merkwürdiges Gesetz obwaltet, dass nämlich die dichtere Lösung durch die porösen Körper hindurch mehr von der dünnern Lösung als diese von jener aufnimmt.

Die organischen Stoffe sind während des Lebens niemals krystallisirt, und die Excretionsstoffe der Thiere, Harnstoff und Harnsäure und einige Fettarten, die fähig zu krystallisiren sind, kommen in den lebenden Theilen nicht krystallisirt vor, obgleich in den Pflanzenzellen zuweilen krystallisirte mineralische Stoffe beobachtet werden. Häufig erscheint der organische Stoff zu rundlichen microscopischen Moleculen gebildet. Diese organischen Molecule erscheinen nun theils in den Säften; zu diesen gehören die Blutkörperchen beim Menschen von einem Durchmesser von $\frac{1}{4000}$ — $\frac{1}{5000}$ eines P. Z., die Körnchen des Chylus $\frac{1}{7799}$ P. Z. nach Prevost und Dumas, des Speichels $\frac{1}{3000}$ P. Z. nach Weber. Die Körnchen des Chylus, der Milch, der Galle sind rund, die des Blutes sind platt, plattrund bei den Säugethieren, plattoval bei den Vögeln, Amphibien, Fischen; die Blutkörnchen enthalten immer einen Kern in einer äussern Schale. Undeutlicher sind die Kügelchen des geronnenen Eiweisses und Faserstoffes. Die Gewebe der organischen und insbesondere thierischen Körper scheinen aber selbst Vielen nur aus einer Aggregation von Moleculen zu Fasern, Blättchen und Häuten zu bestehen. Am deutlichsten

erscheinen diese Molecule im Gehirne und in der Substanz des Embryo, z. B. in der Keimhaut des Eies, undeutlicher in den übrigen Geweben, wo es immer zweifelhaft ist, ob die Unebenheiten der Oberfläche durch microscopische Täuschung nicht etwa als Kügelchen erscheinen. Der undurchsichtige Theil der Keimhaut des Vogelembryo zeigt z. B. ein Aggregat von ziemlich grossen Kügelchen, die man schon mit einer einfachen Lupe sieht, und diese Kügelchen gleichen ganz den Kügelchen des Dotters selbst. Allein schon die in der Keimhaut sich verbreitenden Gefässe sind nach meinen Beobachtungen aus einer ganz unvergleichlich feinern Materie gebildet, so wie der durchsichtige mittlere Theil der Keimhaut, area pellucida, und der Embryo selbst. Es scheint hier wirklich, dass die Keimhaut durch Anziehung und Aggregation der Dotterkügelchen wächst; allein alle Formationen in der Keimhaut selbst geschehen durch Auflösung und Umwandlung dieser aggregirten Theile in eine so zarte Materie, dass die Elementartheilchen derselben nicht deutlich erkannt werden können, und dass sie jedenfalls unvergleichlich viel kleiner seyn müssen, als die Aggregattheile der Keimhautsubstanz. Nach meinen Beobachtungen beim Frosche sind die Primitivfasern der Muskeln 5—8 mal dünner als seine Blutkörperchen, und dünner als die Kerne der Blutkörperchen; die Muskelfasern der Frösche und höheren Thiere unterscheiden sich wenig an Dicke, wohl aber sehr ihre Blutkörperchen. Die Primitivfasern der Nerven sind nach meinen Beobachtungen bei Säugethieren $\frac{1}{3}$—$\frac{1}{2}$ so dünn als die Blutkörperchen derselben, und dicker als die Kerne der letzteren. Beim Frosch fand ich die Primitivfasern der Nerven $= \frac{1}{8}$ des Durchmessers seiner Blutkörperchen, was hier wieder viel weniger ist, als der Durchmesser der Kerne seiner Blutkörperchen. Ich habe mich nicht überzeugen können, dass die Nervenfasern aus aneinander gereihten Kügelchen bestehen. Sie zeigen allerdings aufeinander folgende geringe Unebenheiten, aber ziemlich unregelmässig. Endlich macht die Entdeckung von Ehrenberg, dass Monaden von $\frac{1}{2000}$ Linie noch zusammengesetzte Organe haben, diese Theorie der Aggregation aus Kügelchen, die selbst grösser seyn sollen als $\frac{1}{2000}$ Linie, im höchsten Grade unwahrscheinlich. Die Zusammensetzung der Gewebe aus Moleculen ist wegen der Unsicherheit, Unebenheiten von Kügelchen microscopisch zu unterscheiden, jetzt noch immer eine gewagte Hypothese. Jedenfalls sind aber die organischen Molecule nur die kleinsten Formen, in welchen die zusammengesetzte organische Materie erscheint, nicht aber die Atome der organischen Combination.

Wir kennen die Kraft, welche die organischen Körper beseelt, nur an den organischen Körpern. Sie äussert sich nur an den organischen Verbindungen, welche diese erzeugen, und nie entsteht aus freien Stücken aus den Grundelementen, wo sie zufällig zusammenkommen, organische Materie. Fray behauptet zwar, beobachtet zu haben, dass sich microscopische oder Infusionsthiere aus reinem Wasser gebildet hätten, und Gruithuisen will in Aufgüssen von Granit, Kreide und Marmor eine gallertartige Haut entstehen gesehen haben, worin sich später Infusorien

bildeten. Auch auffallend ist, was Retzius (Froriep's *Notizen* 5. p. 56.) beobachtete, dass nämlich in einer Auflösung von salzsaurem Baryt in destillirtem Wasser, die ein halbes Jahr in einer mit einem gläsernen Stöpsel verschlossenen Flasche gestanden hatte, eine eigene Art Conferven sich bildete. Allein es ist bei jenen merkwürdigen Erfahrungen wohl gewiss, dass jene Substanzen oder die Gefässe, oder das Wasser eine auch noch so geringe Menge organischer Materie enthielten, wie denn nach den Beobachtungen von Schultze Staubmolecule von organischen Substanzen hinreichen, um unter günstigen Umständen die Phänomene zu erzeugen, welche man zur generatio aequivoca der Infusorien rechnet. Selbst die Thiere sind nicht einmal im Stande aus blossen Elementen oder aus blossen binären Verbindungen organische Materien zusammenzusetzen. Die Thiere wachsen durch Aufnahme von schon vorher gebildeten organischen Materien von anderen Thieren oder von Pflanzen; sie können nur die Zusammensetzung der organischen Materie erhalten und umändern; die Pflanzen scheinen dagegen nicht allein organische Materie von Thieren und Pflanzen umzuwandeln, sondern auch zugleich aus Elementen und binären Verbindungen der Elemente, wie Kohlensäure und Wasser zu erzeugen, obgleich sie ohne alle organische Materie des Bodens nicht gedeihen. Die Erzeugung der organischen Materie aus binären Verbindungen in den Pflanzen scheint deswegen anzunehmen nöthig, weil ohne diese neue Bildung das Nutriment auf der Erde immer abnehmen würde, da unaufhörlich Pflanzen und Thierkörper durch Verbrennen, Faulen etc. in binäre Verbindungen zersetzt werden.

Die einmal von Pflanzen gebildete oder in Pflanzen und Thieren enthaltene und umgewandelte organische Materie ist wieder lebensfähig, wenn sie von einem lebenden Körper angeeignet und der organischen Kraft desselben unterworfen wird. Auf diese Art kömmt alle organische Substanz, welche auf der Erde verbreitet ist, nur von lebenden organischen Körpern; der Tod oder das Erlöschen der Kraft, welche organische Verbindungen erzeugt und erhält, trifft das Einzelwesen, während die organische Materie, so lange sie nicht in binäre Verbindungen zerfallen ist, Lebensfähigkeit behält.

Die Lebensfähigkeit der organischen Materie besteht darin, dass sie wieder einen lebenden organischen Körper ernähren kann. Gewöhnlich entstehen organische Körper gewisser Art nur cyclisch von organischen Körpern derselben Art, d. h. durch Eier oder Sprossen. Es frägt sich aber, ob die organische Materie bei der Zersetzung eines organischen Körpers nicht auch Organismen anderer Art unter gewissen Einflüssen erzeugt, ob sie nicht allein lebensfähig ist, sondern in modificirter Art fortlebt, ob sie unter gewissen Bedingungen, nämlich unter Einwirkung von atmosphärischer Luft, Wasser, Licht in kleinen microscopischen thierischen Wesen, lebenden Infusorien zerfällt, oder unter anderen Bedingungen, in niedersten Pflanzen, Schimmel wieder auflebt. In einem ausgedehnteren Sinne hatten schon die Alten, namentlich Aristoteles die generatio aequivoca, die freiwillige Erzeugung

der Thiere angenommen. Es war nämlich eine alte Tradition, dass aus der Fäulniss niedere Thiere, Insecten, Würmer erzeugt werden sollten. Diese Meinung hatte sich in dem naturwissenschaftlichen und medicinischen Aberglauben bis ins 17. Jahrhundert erhalten. Da schrieb Redi seine *experimenta circa generationem insectorum* und bewies, dass alle Beispiele, welche die Alten von generatio aequivoca aufgeführt hatten, falsch seyen, dass alle diese Würmer, Insecten aus Eiern entstehen, die vorher von Thieren an die Orte gelegt worden. Diese Beweise waren überzeugend, und kein unterrichteter Naturforscher glaubte fortan mehr an die Fabel von der Erzeugung durch Fäulniss, so dass der Satz: *omne vivum ex ovo* unangetastet blieb. Später aber trat Needham auf und zeigte, dass zwar durch Fäulniss keine Insecten, aber doch kleine microscopische, bisher ungekannte Thierchen, Infusorien, entstehen. Uebergiesst man thierische oder pflanzliche Substanzen mit Wasser und setzt sie der atmosphärischen Luft und dem Lichte aus, so zeigen sich bei gewöhnlicher Temperatur der mildern Jahreszeit nach einigen Tagen, während sich die organische Materie allmählig zum Theil zersetzt, zum Theil umwandelt, zum Theil in Kügelchen, zum Theil ganz auflöst, entweder Schimmel oder jene microscopischen Thierchen, bei welchen Ehrenberg jetzt die glänzende Entdeckung gemacht hat, dass sie eine viel zusammengesetztere Organisation haben, als Jemand vorher geahnet hatte.

Die ersten Beobachtungen über die Entstehung der Infusorien sind von Needham (*nouv. observ. microscop.*) mitgetheilt, später haben Wrisberg, O. Fr. Mueller, Ingenhouss, G. R. Treviranus, Gruithuisen, Schultze um die Kenntniss dieses Gegenstandes sich Verdienste erworben. Nach Wrisberg's (*observ. de animalc. infus.*) Beobachtungen erzeugen sich ohne den Einfluss der Luft aus infundirten organischen Substanzen keine Infusorien, wie z. B. wenn die Infusion mit Olivenöl bedeckt wurde. Dagegen sind alle dem Wasser beigemischten vegetabilischen oder animalischen Substanzen zur Erzeugung der Infusorien geeignet, wenn sie nur keine saure oder scharfe Eigenschaft haben und nichts enthalten, was die Fäulniss hindert. Die Entwickelung der Infusorien erfolgt, nachdem die organische Materie einen gewissen Grad von Zersetzung unter Entwickelung von Luftblasen erlitten hat. Gleichzeitig mit dieser Entwickelung und später zeigt die Infusion eine grosse Menge microscopischer Molecule, die bald zerstreut liegen, bald eine Art von Membran an der Oberfläche der Infusion bilden und aus der Zertheilung der organischen Materien entstehen. Nach Fray und Burdach sollten sich Infusionsthiere auch in Wasserstoffgas und Stickgas in der Infusion erzeugen. Die *generatio aequivoca* der Infusionsthiere wurde von mehreren Naturforschern, besonders aber von Spallanzani (*physical. und mathem. Abhandl.*) angegriffen, welcher die Entstehung der Infusionsthiere als eine durch Wärme, Wasser, atmosphärische Luft und Licht bedingte Entwickelung von zufällig beigemischten Eiern jener Thierchen erklärt. Indessen lehren Spallanzani's eigene Versuche, dass gekochte organische Substanzen eben so tauglich als

ungekochte zur Erzeugung der Infusorien sind, so wie denn auch destillirtes Wasser gleich dienlich zur Infusion ist. Sonst beweisen SPALLANZANI's Versuche nur, dass die atmosphärische Luft zur Entwickelung der Infusorien nöthig ist, und dass sich in hermetisch verschlossenen, mit Infusionen gefüllten Flaschen, die eine Stunde lang in einem Gefässe mit Wasser der Siedhitze ausgesetzt worden, keine Infusorien zur Zeit der spätern Untersuchung der Flaschen gebildet hatten. SPALLANZANI fand auch die Structur der Infusionsthiere verschieden nach der Verschiedenheit der Infusion. Versuche mit Samen von Wassermelonen, Kürbissen, Hanf und Hirse zeigten, dass die Zahl der Infusorien grösser ist von dem wachsenden Keime, als von dem erst keimenden Samen und mit dem Verderben des Samens abnimmt. Auf kleine Gattungen sollten grössere folgen, bis die Entwickelungsfähigkeit nach einer gewissen Zeit verloren schien. Die Infusionsthiere von unbeschädigtem Samen sollten grösser gewesen seyn, als die von zerriebenem Samen. Aus Kornmehl erzeugten sich eben sowohl Infusorien als aus bloss zerdrücktem Samen. Wurde aber die Stärke des Mehls (amylum) von dem Kleber (gluten) abgesondert und die Substanzen besonders infundirt, so erschienen in der Infusion von Stärke weniger oder gar keine Thiere, dagegen in der andern Infusion ein Heer von belebten Wesen. Dagegen zeigten sich in Infusionen von Gerste, türkischem Weizen, Bohnen, Wolfsbohnen, Reis und Leinsamen gar keine Thierchen. TREVIRANUS *Biologie II.* p. 279—280. Da indess die Gattungen und Arten der Infusorien eben so bestimmt sind, wie in den höheren Thierclassen, und SPALLANZANI die Unterschiede der Form seiner Infusorien nicht bestimmt hat, da wir ferner die Entwickelungsstufen einer und derselben Species von Infusorien noch nicht kennen, so verlieren SPALLANZANI's Versuche viel von ihrem Gewichte, wenn er in Infusionen von Kürbissamen, Chamillensamen, Sauerampfersamen, Korn, Spelz ganz verschiedene Thierchen entdeckt haben will. TREVIRANUS hat durch seine zahlreichen, mit mehr Critik angestellten Beobachtungen der Hypothese von der *generatio aequivoca* ein viel grösseres Gewicht gegeben. Seine Gründe stützen sich auf folgende Umstände:

1) Verschiedene organische Substanzen mit einerlei Wasser infundirt, erzeugen verschiedene Infusionsthiere, wie z. B. Kressensamen und Roggensamen.

2) Der Einfluss des Lichtes hat auf die Beschaffenheit der *generatio aequivoca* den grössten Einfluss. So erzeugt sich die nach PRIESTLEY genannte grüne Materie, welche sich durch ihre Eigenschaft, Sauerstoffgas auszuhauchen, auszeichnet, nur unter dem Einflusse des Lichtes, wenn Wasser, besonders Brunnenwasser offen oder in verschlossenen, aber durchsichtigen Gefässen der Sonne ausgesetzt wird, und zwar als eine aus runden oder elliptischen Körnchen bestehende grünliche Kruste, worin man anfänglich feine Bewegungen einzelner Molecule, und später sich unregelmässig bewegende durchsichtige Fäden entdeckt. Diese Veränderungen hat INGENHOUSS (*Vermischte Schriften phys. medic. Inhalts*) am längsten beobachtet. (Nach R. WAGNER besteht die

Priestleysche grüne Materie aus abgestorbenen Leibern grüner Thierchen *Euglena viridis* und anderer Infusorien. Dann wären jene beweglichen Fäden wohl eigene von der übrigen grünen Materie verschiedene Wesen, und Ingenhouss hätte unrichtiger Weise verschiedene Arten einfacher Wesen als Umwandlungen derselben Molecule angesehen.)

3) Auch die Eingeweidewürmer und die in dem Samen der Thiere, selbst der wirbellosen, beobachteten microscopischen Thierchen, die Samenthierchen, geschwänzte Körperchen mit thierischen Bewegungen, scheinen für die freiwillige Entstehung lebender Wesen in organischer Materie zu sprechen.

4) In Treviranus Versuchen zeigten sich unter sonst gleichen Umständen in verschiedenen Infusionen verschiedene Wesen, nämlich Infusionsthiere oder Schimmel, und die Ursache dieser Verschiedenheit lag nicht in dem Wasser, sondern an den infundirten Substanzen.

5) Treviranus beobachtete, dass in verschiedenen Hälften einer und derselben Infusion sich unter verschiedenen zufälligen Bedingungen verschiedene Infusionsthiere erzeugten, nämlich aus dem Aufgusse von Irisblättern mit frischem Brunnenwasser entwickelten sich in einem längern, mit Leinwand bedeckten, der Sonne ausgesetzten Gefässe Infusionsthiere, in einem zweiten Gefässe bei einem andern Standorte grüne Materie. So zeigten sich in derselben Infusion von Roggenkörnern mit Brunnenwasser die Producte verschieden, wenn Treviranus in eine der Infusionen eine Eisenstange gelegt hatte. Hiermit scheint übereinzustimmen, dass Gleditsch auf verschiedenen, mit Mousselin bedeckten Melonenstücken bei einem verschieden hohen Standorte ein ungleiches Verhältniss der erzeugten Gebilde, Schimmel, Byssus, Tremellen fand. Man könnte hierzu noch hinzusetzen, dass Gruithuisen in Infusionen von Eiter und Schleim ganz verschiedene Infusionsthierchen gefunden haben will. Aus allen diesen Gründen hat G. R. Treviranus die Schlussfolgen gezogen: dass in der ganzen Natur eine stets wirksame, absolut indecomponible und unzerstörbare (?) Materie vorhanden ist, wodurch alles Lebende von dem Byssus bis zur Palme, und von dem punktähnlichen Infusionsthiere bis zu den Meerungeheuern Leben besitzt, und welche, unveränderlich ihrem Wesen, doch veränderlich ihrer Gestalt nach, unaufhörlich ihre Formen wechselt, dass diese Materie an sich formlos und jeder Form des Lebens fähig ist, dass sie nur durch den Einfluss äusserer Ursachen eine bestimmte Gestalt erhält, nur bei der fortdauernden Einwirkung jener Ursachen in dieser verharrt, und eine andere Form annimmt, sobald andere Kräfte auf sie wirken. Nach Wrisberg und Andern erzeugen sich die Infusorien aus den sich ablösenden Partikeln der infundirten Substanz selbst, welche sich allmählig zu bewegen anfangen; nach Gruithuisen erscheinen sie dagegen erst, wenn der Extractivstoff des infundirten Körpers von Wasser extrahirt worden, in diesem. Schultze sagt: Nie habe ich in einem Aufgusse von Blut, Milch oder Hirnsubstanz, ein Blutkügelchen, Milchkügelchen oder Markkügelchen sich als Monade fortbewegen oder in eine

solche verwandeln gesehen. Jedes einzelne dieser Kügelchen giebt durch sein Zerfliessen zum Entstehen von mehreren hundert Monaden den Stoff. Diess letztere widerspricht indess der Micrometrie; denn nach Ehrenberg hat die kleinste sichtbare Monade $\frac{1}{2000}$ P. Linie im Durchmesser, diess ist $\frac{1}{24000}$ Zoll. Die Blutkügelchen des Menschen betragen aber $\frac{1}{4000}$—$\frac{1}{5000}$ Zoll im Durchmesser, die Milchkügelchen noch weniger. Schultze will die Entstehung von Infusorien aus organischen Staubtheilchen beobachtet haben, die sich in Wasser in einigen Stunden mit einem trüben Ringe umgeben, der sich bis zum Zerfliessen des Staubtheilchens ausbreitet. Dieser Ring löse sich in Monaden auf. Treviranus *Biologie II.* p. 264—406. Gruithuisen *Beiträge zur Physiognosie und Eautognosie. München* 1812. 8. Burdach *Physiologie. T.* 1. C. A. S. Schultze *microscopische Untersuchungen über* R. Browns *Entdeckung lebender Theilchen in allen Körpern, und über Erzeugung der Monaden. Carlsruhe* 1824.

Wir gehen nun zur Critik der vorhergehenden Beobachtungen über. Die Art, wie Versuche über *generatio aequivoca* angestellt werden können, lässt keine Gewissheit über nicht statt gefundene Täuschung zu.

1) Diejenigen, welche mit ausgekochter organischer Substanz an der atmosphärischen Luft experimentirt haben, können nicht beweisen, dass die erzeugten Infusorien oder Schimmel nicht von dem mit der atmosphärischen Luft zugeführten Staube vertrockneter Infusorien oder ihrer Keime herrühren. Vielleicht dass, wie Alexander von Humboldt in seinen Ansichten der Natur deutet, die Winde die Keime der einfachsten organischen Wesen aus den trocknenden Gewässern emporheben und diese im Staube von dem belebenden Wasser aufgenommen, wieder aufleben, wie das Wiederaufleben von dem Räderthierchen, nach Spallanzani's bestätigten Versuchen, thatsächlich bekannt ist. Dass der überall in der Luft umherfliegende Staub kleine organische, im Wasser aufquellende Theilchen enthält, hat neuerlichst Schultze zur Erklärung der Infusorien benutzt; er hält diese gerade für eingetrocknet gewesene Infusorien (Monaden), die durch Benetzung von Neuem belebt werden. Indessen hält Schultze diese sehr häufige Quelle der Infusorienbildung nicht für die einzige und giebt die Umwandlung der organischen Substanzen in Protozoen zu.

2) Diejenigen, welche mit ausgekochtem organischen Stoff experimentirt und gemeines Wasser zur Infusion benutzt haben, können eben so wenig die neue Bildung der Infusorien beweisen, denn das Wasser kann diese als Eier oder wirkliche Infusorien selbst enthalten haben, die sich schnell auf Kosten der infundirten organischen Substanz vermehren. Die Anwendung eines ganz reinen destillirten Wassers ist fast in keinem Fall vorauszusetzen, da selbst fünfmal destillirtes Wasser noch organische Theilchen enthalten kann.

3) Diejenigen, welche mit frischen organischen Substanzen und destillirtem Wasser oder gar künstlich bereiteten Luftarten experimentirt haben, können nicht beweisen, dass nicht etwa die Eier der Infusorien oder diese selbst in der organischen Substanz

enthalten waren; microscopische Thierchen kennt man in lebenden Theilen zwar wenige, und die gewöhnlichen Kügelchen organischer Flüssigkeiten, wie des Blutes, sind jedenfalls nicht individuell belebt; allein der Schleim enthält bereits microscopische Thierchen, der Darmschleim des Frosches wie der Same enthalten microscopische Thierchen; in den Muscheln hat von Baer an verschiedenen Stellen microscopische sich bewegende Theilchen gesehen. Siehe *Nov. act. nat. cur.* 13. 2. p. 594. Die Samen des Weizens und einiger *Agrostis* enthalten oft *Vibrionen*, die selbst getrocknet bei der Befeuchtung aufleben. Einige Thierchen, die in anderen Thieren vorkommen, leben auch im Wasser fort, besonders aber solche, die *auf* anderen Thieren leben, Epizoen.

4) Endlich, wenn auch einige Beobachter mit ausgekochten organischen Substanzen, mit destillirtem Wasser, mit künstlich bereiteter Luft zugleich experimentirt haben sollten, so ist doch die zu einem entscheidenden Resultate nöthige Genauigkeit hier weder wahrscheinlich vorauszusetzen, noch überhaupt möglich, da jedes zum Wechseln von Wasser benutzte Instrument in einer absoluten Reinheit von allem Anflug organischer Theilchen hätte seyn müssen, und jede Reinigung wieder eine Gelegenheit zu Irrthümern giebt.

Diese Bemerkungen widerlegen die *generatio aequivoca* nicht, sondern zeigen bloss, dass ein entschiedener Beweis derselben durch directe Beobachtung nicht wohl möglich ist. Nun hat aber Ehrenberg durch genaue Untersuchungen der Organisation der Thiere und Pflanzen, welche durch *generatio aequivoca* entstehen sollen, diese letztere wirklich ziemlich unwahrscheinlich gemacht. Ehrenberg hat erstens das wirkliche Keimen der Pilz- und Schimmelsamen entdeckt. *Nova act. nat. cur. T. X.* Vergl. Nees v. Esenbeck *Flora.* 1826. *p.* 531. Schilling in Kastner's *Archiv. X. p.* 429. Hierdurch wurde die Fortpflanzung der Schimmel und Pilze festgestellt, es wurde gezeigt, wie man durch Schimmelsamen neue Schimmel bewirken kann, und es wurde wahrscheinlich, dass in den Fällen unerwarteter Entstehung von Schimmel auch durch Wasser oder Atmosphäre verbreiteter Schimmelsame nur den zur Entwickelung nöthigen Boden gefunden hat. Was nun die Infusions-Thiere betrifft, so hat Ehrenberg für's Erste den zusammengesetzten Bau dieser Thiere entdeckt, so dass selbst die kleinsten *Monas* von $\frac{1}{2000}$ Linie Durchmesser noch einen zusammengesetzten Magen haben, dass sie Bewegungsorgane in Wimpern besitzen. Bei anderen beobachtete Ehrenberg die Eier, die Fortpflanzung durch Eier. Diess erregte den grössten Zweifel gegen die Richtigkeit früherer Beobachtungen, wo man ohne den zusammengesetzten Bau dieser Thiere zu kennen, das unmittelbare Entstehen derselben aus Theilchen der infundirten Substanz gesehen haben wollte. Ehrenberg hat es nie in der Gewalt gehabt, bestimmte Formen von Infusorien durch bestimmte Infusionen zu erlangen; auch zeigen sich bald diese, bald jene Infusorienformen bei der gleichartigsten Behandlung. Vielmehr giebt es nach Ehrenberg gewisse, aber doch nur eine bestimmte Anzahl am meisten verbreiteter Formen, deren Eier oder Individuen in allen Gewässern,

selbst in einigen, vielleicht aber nur schadhaften Pflanzentheilen vorhanden seyn mögen, und von denen sich dann bald die einen, bald die anderen, je nachdem Eier oder Individuen davon im Wasser waren oder hineingebracht wurden, stark vermehren. Die Vermehrung dieser Thiere scheint ausserordentlich schnell. Ein Räderthierchen, *Hydatina senta*, das über 18 Tage beobachtet wurde und länger lebt, ist in 24—30 Stunden einer vierfachen Vermehrung fähig. Diese Vermehrung giebt in 10 Tagen schon 1 Million Individuen, woraus sich die ausserordentliche Häufigkeit der Infusorien in einem Tropfen einer Infusion einigermassen erklären liesse. Im Thau und Regen hat Ehrenberg nie Infusorien bemerkt; sonst fand Ehrenberg einige Infusorien in Afrika und Asien, gleichwie in Europa, im Meerwasser wie im Flusswasser, in den Tiefen der Erde wie auf der Oberfläche. Aber die Entwickelung dieser Thiere scheint formenreich, und man kann leicht verschiedene Arten dieser Thiere zu sehen glauben, während man nur die Entwickelungszustände beobachtet. Aus allen diesen Beobachtungen schliesst Ehrenberg, dass alle Infusorien, gleich den übrigen Thieren, von Eiern entstehen, *omne vivum ex ovo,* und lässt es ungewiss, ob die Eier zum Theil wirklich das Product der *generatio primitiva* sind. Siehe Ehrenberg in Poggendorf's *Annalen* 1832. 1. Vergl. R. Wagner *Isis* 1832. 383. Den von mehreren Männern beschriebenen Uebergang von Infusorien in Priestleysche Materie hält Wagner für ausgemacht; diese Materie ist aber nichts anders als der Rest von abgestorbenen Infusorien, *Euglena viridis.* Dagegen bezweifelt Wagner wohl mit Recht die von Mehreren beschriebenen Uebergänge der Priestleyschen Materie in Conferven, Ulven, Tremellen oder gar Laubmoose. Die primitive Umbildung von noch unorganisirtem Thierstoff zu gewissen Thieren lässt sich jetzt noch am meisten bei den Eingeweidewürmern vertheidigen. Eine ganze Reihe von Gründen für die *generatio aequivoca* beruht auf der Unmöglichkeit, die erste Entstehung der Eingeweidewürmer ohne freiwillige Zeugung zu erklären. 1. Die ungeheure Mehrzahl der Eingeweidewürmer sind in der Organisation ganz von allen Geschöpfen verschieden, die ausser dem thierischen Körper vorkommen. Die Aehnlichkeit einiger *Distoma* mit den Planarien des süssen und salzigen Wassers ist nur scheinbar. 2. Die wenigsten Eingeweidewürmer kommen in verschiedenen Gattungen von Thieren vor. So sind die Bandwürmer des Menschen nur diesem eigen, dagegen die Leberegel, *Distoma hepaticum*, dem Menschen, Hasen, Rindvieh, Cameel, Hirsch, Pferd, Schwein; der Spuhlwurm, *Ascaris lumbricoides,* dem Menschen, Schweine, Ochsen, Pferd gemein scheinen. Die mehrsten Thiere haben ihre eigenthümlichen specifisch verschiedenen Eingeweidewürmer. 3. Viele Eingeweidewürmer sind in ihrem Vorkommen auf gewisse Organe beschränkt. 4. Die Eingeweidewürmer sterben in der Regel ausser dem lebenden thierischen Körper. 5. Man hat diese Würmer schon in Embryonen beobachtet. 6. Dass eine Uebertragung von Eingeweidewürmern oder ihren Keimen durch die Nahrung nicht stattfinde, beweisen die bloss von Pflanzen lebenden Thiere, die gleichwohl

ihre eigenen Eingeweidewürmer haben. Nur in sehr wenigen Fällen kann dieser Uebergang bei fleischfressenden Thieren angenommen werden, wie denn der *Echinorhynchus* der Feldmaus zuweilen beim Falken, Würmer der Frösche zuweilen bei Schlangen, die *Ligula* der Fische, der *Bothriocephalus solidus* des Stichlings auch im Darmkanal der Sumpf- und Schwimmvögel gefunden worden sind. Allein viele andere Würmer kommen ausser dem Darmkanale und den Wegen der Uebertragung vor. Siehe Bremser *über lebende Würmer im lebenden Menschen. Wien* 1819.

Ehrenberg sucht die *generatio aequivoca* der Eingeweidewürmer zu entkräften, indem er sich zu der alten Meinung hinneigt, wonach die Eier der Eingeweidewürmer durch die Saftcirculation der Thiere in alle Theile des Körpers getrieben würden. Er nimmt an, dass, weil die Genitalien der Eingeweidewürmer eine grosse Menge Eier enthalten, diese auch durch die Circulation im ganzen Körper eines Thieres verführt werden, und nur unter glücklichen Umständen an den zu ihrer Entwickelung nöthigen Boden abgesetzt werden und auskommen, so dass alle Säfte eines Thieres gleichsam von Eiern solcher Eingeweidewürmer inficirt sind, die das Thier in einzelnen Organen hat. Die Milch, wovon sich andere Individuen derselben Art nähren, kann die Eier dieser Würmer schon enthalten. Der Embryo der Säugethiere, in dem man schon Eingeweidewürmer fand, kann die Eier von den Säften der Mutter haben. Man hat Eingeweidewürmer in gelegten Eiern gefunden. Eschscholz fand welche in Hühnereiern. Burdach *Physiol. I. p.* 22. Sie können anfänglich von den Säften der Mutter dahin gelangt seyn; allein in der That, die Widerlegung der *generatio aequivoca* begiebt sich hier in eben so grosse Unwahrscheinlichkeiten als die Annahme derselben. Die Eier der Eingeweidewürmer sind offenbar zu gross, um aus den Organen, wo die Würmer leben, in die Lymphgefässe zu gelangen, sie sind viel zu gross, um in Capillargefässen des Blutes von 0,00025 Zoll Durchmesser zu circuliren und endlich gar in die Absonderungsprodukte, z. B. die Milch, den Dotter, zu gelangen; also die Erklärung des Vorkommens der Eingeweidewürmer durch Uebergang von Mutter auf Kind z. B. bei pflanzenfressenden Säugethieren widerspricht gar sehr den erfahrungsmässigen Daten der Mikrometrie, wenn man nicht annehmen will, auch die kleinsten Theile von Keimstoff der Eingeweidewürmer, wie er von vorhandenen Würmern gebildet worden, seyen eben so fähig zur Fortpflanzung als ein ganzes Ei. Von den Samenthierchen nimmt Ehrenberg an, dass sie jedem animalischen Wesen bei der Zeugung eingeimpft werden.

v. Baer's Beobachtungen (*Nov. act. nat. cur. XIII.* 2.) enthalten übrigens noch manches Räthsel über die Zeugung von Eingeweidewürmern. Die Thierchen, die er *Bucephalus* nennt, erzeugen sich in fadenförmigen Keimstöcken, welche in den Muscheln vorkommen, und Bojanus und Baer haben in *Limnaeus stagnalis* einen Wurm beschrieben, der wieder lauter Thiere einer ganz andern Form, Cerkarien, enthält. v. Nordmann (*microgr. Beiträge, Berlin* 1832.) hat Monaden im Körper lebender Eingeweidewür-

mer, *Diplostomen,* beobachtet, und im Innern von faulenden Eiern von Lernaeen Infusorien entstehen gesehen. Anderseits verdienen wieder die Veränderungen gewisser Eingeweidewürmer Beachtung, z. B. der *Ligula* und des *Bothriocephalus solidus* der Fische, die erst in den Wasservögeln deutliche Genitalien erhalten; die anfängliche Gestalt einiger jungen Distomen, z. B. *Dist. nodulosum* des Barsches, das nach v. Nordmann anfänglich ohne Saugnapf, mit einer Spur von Auge, und mit Wimpern wie zum Schwimmen im Wasser besetzt ist. Die Infusorien und Binnenwürmer der lebenden Pflanzen sind noch zu untersuchen. Wichtig genug, dass die kranken Samen von Agrostis-, Phalaris- und Triticum-Arten nach Steinbuch (*Analecten* 1802.) und Bauer (*Philos. Trans.* 1823.) Vibrionen enthalten, dass Bauer im Stengel der jungen Weizenpflanze die Vibrionen wiederfand, die er dem Samen eingeimpft hatte, und dass nach Steinbuch und Bauer die Würmer der getrockneten Samen mehrere Jahre fähig blieben, im Wasser wieder aufzuleben.

Die Bildung von Infusorien ist keine primitive Zeugung organischer Materie; sie setzt schon die Existenz von organischen Wesen voraus, da nie organischer Stoff von selbst entsteht, sondern nur die lebenden Pflanzen fähig scheinen, aus binären Verbindungen, wie Wasser und Kohlensäure, ternäre organische Verbindungen, organische Materie zu erzeugen, während die Thiere nur von schon gebildeten organischen Materien leben, selbst aber keine aus Elementen oder binären Verbindungen zu erzeugen vermögen und also die Existenz der Pflanzenwelt zu ihrer Existenz voraussetzen. Wie nun zuerst die organischen Wesen entstanden sind, auf welche Art eine Kraft, die zur Bildung und Erhaltung der organischen Materie durchaus nothwendig ist, aber anderseits sich auch nur an organischen Materien äussert, zur Materie gekommen ist, liegt ausser aller Erfahrung und Wissen. Es lässt sich auch nicht der Knoten zerhauen, indem man behauptet, die organische Kraft wohne von Ewigkeit der Materie bei, als wenn organische Kraft und organische Materie nur verschiedene Betrachtungsweisen desselben Gegenstandes wären; denn in der That sind die organischen Erscheinungen nur einer gewissen Combination der Elemente eigen, und selbst die lebensfähige organische Materie zerfällt in unorganische Verbindungen, sobald die Ursache der organischen Erscheinungen, die Lebenskraft, aufhört. Indess die Lösung jenes Problems wäre überhaupt nicht die Aufgabe der empirischen Physiologie, sondern der Philosophie. Da die Ueberzeugung in der Philosophie und in den Naturwissenschaften eine ganz verschiedene Basis hat, so sind wir hier zunächst darauf angewiesen, das Feld einer denkenden Erfahrung nicht zu verlassen. Wir müssen uns also bescheiden zu wissen, dass die Kräfte, welche die organischen Körper lebend machen, eigenthümlich sind, und dann die Eigenschaften derselben näher untersuchen.

## II. Vom Organismus und vom Leben.

Die organischen Körper unterscheiden sich nicht bloss von den unorganischen durch die Art ihrer Zusammensetzung aus Elementen, sondern die beständige Thätigkeit, welche in der lebenden organischen Materie wirkt, schafft auch in den Gesetzen eines vernünftigen Plans mit Zweckmässigkeit, indem die Theile zum Zwecke eines Ganzen angeordnet werden, und diess ist gerade, was den Organismus auszeichnet. Kant sagt: die Ursache der Art der Existenz bei jedem Theile eines lebenden Körpers ist im Ganzen enthalten, während bei todten Massen jeder Theil sie in sich selbst trägt. Durch diesen Charakter begreift man, warum ein blosser Theil des organischen Ganzen meist nicht fortlebt, warum der organische Körper ein Individuum, ein Untheilbares scheint. Insofern nun die Theile ungleichartige Glieder eines Ganzen sind, kann auch der Stamm nach dem Verlust eines das Ganze integrirenden Theiles nicht fortleben. Nur dann, wenn sehr einfache Thiere oder Pflanzen eine gewisse Summe gleichartiger Theile besitzen, oder wenn die zum Ganzen gehörigen ungleichartigen Glieder in jedem Abschnitt des Ganzen sich fortsetzen, kann das Ganze sich theilen, und die getrennten Stücke, welche nun auch noch die ungleichartigen Glieder des Ganzen, aber von geringerer Anzahl enthalten, leben fort. Abgeschnittene Zweige von Pflanzen werden eingepflanzt wieder zu neuen Individuen. Die verschiedenen Theile von Pflanzen sind einander noch so ähnlich, dass sie sich in einander umwandeln können, wie die Zweige in Wurzeln, die Staubfäden in Blumenblätter. Goethe *Metamorphose der Pflanzen.* Hieher gehören auch einige einfache Thiere, wie die Polypen. Stücke eines durchschnittenen Polypen hat man wieder fortwachsen gesehen, wie die Versuche von Trembley, Roesel und Anderen beweisen. Eben so mit einigen Würmern, z. B. Naïden, bei welchen man in verschiedenen Abschnitten des Körpers ungefähr dieselben ungleichartigen, qualitativ verschiedenen Theile, wie des Darmes, der Nerven, der Blutgefässe, sich fortsetzen sieht. Diese Thiere hat man durch Theilung sich fortpflanzen gesehen. Bonnet will sogar ein Wiederfortwachsen und Ergänzen bei den Stücken eines getheilten Regenwurms beobachtet haben. Allein eine solche Trennung dieser Thiere, wobei die getrennten Stücke nicht mehr die qualitativen Glieder des Ganzen enthalten, könnte auch keine Fortsetzung des Lebens zulassen. Bei den höheren Thieren und beim Menschen giebt es gewisse Organe, d. h. qualitativ verschiedene Glieder des Ganzen, die ohne Verlust des Lebens, ohne Aufhebung des Begriffs vom Ganzen, nicht entfernt werden können und auch nur einfach vorkommen, wie Gehirn und Rückenmark, Herz, Lungen, Darmkanal etc. Andere Theile dagegen, welche keine unbedingt nothwendigen Glieder im Begriff des Ganzen, oder welche mehrfach vorhanden sind, können entfernt werden, dagegen kann auch kein Theil der höheren Thiere getrennt fortleben, weil

keiner die integrirenden qualitativen Glieder des Ganzen enthält. Nur das Ei, der Keim selbst, ist in diesem Zustande, weil die organische Kraft die integrirenden Theile des Ganzen noch nicht gebildet hat, und entwickelt sich getrennt von dem Ganzen zum neuen Ganzen. Im Organismus ist also eine die Zusammensetzung aus ungleichen Gliedern beherrschende Einheit des Ganzen. Aus den eben mitgetheilten Thatsachen sieht man, dass die organischen Körper nicht absolut untheilbar sind, sie sind vielmehr dann immer mit Erhaltung ihrer Kräfte theilbar, wenn die getrennten Stücke noch die qualitativ verschiedenen Glieder des Ganzen in einer gewissen Ausdehnung enthalten, und selbst bei der Zeugung der höchsten Thiere und Pflanzen findet ja eine Theilung statt. Die unorganischen Körper kann man dagegen in einem weit ausgedehntern Sinne theilen, ohne dass die Theile die chemischen Eigenschaften des Ganzen verlieren, man kann sie nach einem gewöhnlichen Ausdruck ins Unendliche theilen, d. h. nach der atomistischen Lehre bis auf die Uratome, welche ihrer Kleinheit wegen den Sinnen entgehen und in chemisch zusammengesetzten Körpern bis auf die aus verschiedenen constituirenden Atomen zusammengesetzten Molecule, welche ebenfalls den Sinnen entgehen. Doch giebt es auch unter den unorganischen Körpern solche, welche nicht bis auf die Urtheilchen theilbar sind, ohne von ihren Eigenschaften zu verlieren; ich meine die Crystalle. Diese sind nur in gewissen Richtungen leicht theilbar, und die Theile, die dadurch gewonnen werden, sind doch schon oft von der Form des Ganzen verschieden, daher Einige auch die Crystalle als Individuen betrachten, welche durch die fortgesetzte Thätigkeit der Kraft bestehen, die sie bildete, und vergehen, wenn die äusseren chemischen (Verwittern) oder mechanischen Einflüsse über ihre Crystallisationskraft, Härte, das Uebergewicht erlangen. Vergl. Mohs *Grundriss der Mineralogie. I. Vorrede pag.* 6. Allein wenn man auch die Crystalle in diesem Sinne als Individuen betrachten wollte, so ist doch der grosse Unterschied, dass die Molecule der Crystalle gleichartig im ganzen Crystall sind, und dass der Crystall wenigstens in gleichartige Aggregate der Molecule theilbar ist, während die organischen Körper aus ganz verschiedenen Gliedern eines Ganzen z. B. Geweben mit besonderen Eigenschaften zusammengesetzt sind. Organische Combinationen sind übrigens nie in den organischen Körpern zur Zeit ihres Lebens crystallisirt. Ist ein unorganischer Körper ein Aggregat von verschiedenartigen gemengten Substanzen, so fehlt der Bezug dieser Theile für das Bestehen des Ganzen.

Die Zusammensetzung der organischen Körper aus ungleichartigen Gliedern eines Ganzen nach dem Gesetze der Zweckmässigkeit lässt sogleich auch die Nothwendigkeit eines durchgreifenden Unterschiedes der äussern und innern Gestaltung der organischen Körper und Organe von den unorganischen Körpern einsehen. Wir bewundern in dem ganzen Thiere nicht allein den Ausdruck der waltenden Kräfte, wie die Crystallisation der Erfolg einer gewissen Kraft in einer binären Combination ist, sondern die Gestalt der Thiere und Organe zeigt auch wieder die ver-

nünftig zweckmässige Anordnung für die Ausübung der Kräfte, eine prästabilirte Harmonie der Organisation mit den Fähigkeiten für den Zweck der Ausübung dieser Fähigkeiten des Ganzen, wie jeder Theil, z. B. das Auge, Gehörorgan, zeigt. Die Crystalle dagegen zeigen durchaus keine Zweckmässigkeit der Gestaltung für die Thätigkeit des Ganzen, weil der ganze Crystall nicht ein aus ungleichartigen Geweben zusammengesetztes zweckmässiges Ganze ist, sondern durch Aggregation gleichartiger Elemente oder Bildungstheile entsteht, welche denselben Gesetzen der crystallinischen Aggregation unterworfen sind. Daher wachsen auch die Crystalle durch äussere Aggregation an die zuerst gebildeten Theile, dagegen die verschiedene Organisation neben einander verbundener Theile in dem organischen Körper meist gleichzeitig ist, so dass das Wachsthum der organischen Körper von allen Partikeln der Substanz aus gleichzeitig geschieht, während die Vermehrung der Masse in unorganischen Körpern durch äussere Apposition geschieht. Sehr schöne weitere Vergleichungen zwischen der Organisation und Crystallisation hat E. H. Weber in seiner allgemeinen Anatomie gegeben.

Das Gesetz der organischen Gestaltung, Zweckmässigkeit, beherrscht nicht allein die Bildung ganzer Organe, sondern auch der einfachsten Elementargewebe, wie es sich denn in der Folge zeigen wird, dass die mannigfachen Formen absondernder Drüsengebilde nur auf der verschiedenen Art beruhen, wie eine grosse absondernde Fläche im kleinen Raume realisirt werden kann. Die Faserbildung der Muskeln ist nothwendig, wenn ein Organ in einer gewissen Richtung durch winkelförmige Kräuselung der Fasern kürzer werden soll, und so wird sich auch in der Physik der Nerven zeigen, dass ohne die Zertheilung der Nerven in eine gewisse Summe einfacher, nicht communicirender Primitivfasern örtliche Nervenwirkung, örtliche Empfindung unmöglich wäre. Dieselbe Zweckmässigkeit zeigt sich eben so nothwendig in der Organisation der Pflanzen. Da die Organe der Pflanzen weniger ungleichartig und zahlreich und weniger im Innern verborgen sind, sondern an der Oberfläche sich ausbreiten, und weil die Wechselwirkung mit der Aussenwelt weniger von einzelnen Punkten aus als von der ganzen Oberfläche geschieht, so zeigt das Allgemeine der Pflanzenbildung eine mit vollkommner Zweckmässigkeit sich vermehrende Oberfläche in den mannigfaltigen Blattbildungen, und die einzelnen Formen der Oberflächenvermehrung sind so reichlich, als sie die lebendigste Phantasie nicht erdenken kann, wie denn ein grosser Theil der Terminologie nur ein Versuch ist, logisch ein mit der Natur gleichlaufendes Schema der möglichen Flächenvermehrung durch Abänderung der Blätter und des Verhältnisses zu Stiel, Zweig, Ast, Stamm zu entwerfen. Das Einzige, was man in den organischen und unorganischen Körpern passend vergleichen kann, ist die Art, wie die Symmetrie in beiden verwirklicht ist. Die Crystalle haben symmetrische und asymmetrische Flächen, Winkel, Ecken. Auch die Thiere haben symmetrische und asymmetrische Theile, und die Gesetze der symmetrischen und asymmetrischen organischen Gestaltung zeigen

ähnliche, mannigfaltige Abänderungen. Die Urform des thierischen Keimes ist z. B. eine rundliche platte Scheibe, der Hahnentritt im Vogelei, besser die Keimscheibe, *blastoderma*, welche im Ei des Eierstocks nach den Untersuchungen von Purkinje und Baer ein Bläschen zu seyn scheint. Scheibenförmig zeigt sich der Keim auch bei Wirbellosen, wie ich bei *Planaria* gesehen. Die Form des Eies und Dotters darf man mit der Form des Keimes nicht verwechseln. Anders sind die ausgebildeten Formen. Wir unterscheiden z. B. einen strahlenförmig symmetrischen Typus in den Radiarien, mit gleichartigen Theilen um einen gemeinsamen Mittelpunkt, wobei das Asymmetrische bloss die Vorder- und Hinterseite der sternförmigen Organisation ist. Wir unterscheiden 2. die Symmetrie gleichartiger Theile auf einem ästigen Typus, wie in den Pflanzen die Blätter und Blüthen das sich wiederholende Symmetrische, die Polypen das Symmetrische auf dem verzweigten Polypenstamm sind. Wir unterscheiden 3. die reihenförmige Symmetrie in der Succession gleichartiger Theile von vorne nach hinten bei den Würmern, wo die asymmetrischen Theile nur Bauch und Rücken sind. 4. Endlich unterscheiden wir die doppelseitige Symmetrie in der bloss seitlichen Wiederholung gleicher Theile bei den höheren Thieren und beim Menschen, wo das Asymmetrische die hinter einander liegenden Organe, und die Asymmetrie von Bauch- und Rückenfläche sind. Bei vielen Thieren ist die seitliche Symmetrie zum Theil mit der successiven Symmetrie von vorne nach hinten verbunden, wie bei den höheren Thieren in den Wirbeln. Abgesehen davon, dass die Symmetrie und Asymmetrie der crystallisirten unorganischen Körper immer in ebenen Flächen und geraden Linien stattfindet, wovon sich das Gegentheil bei den organischen Körpern zeigt, so bleibt immer noch der grosse Unterschied, dass symmetrische und asymmetrische Theile der Crystalle eine einfache Zusammensetzung haben, dass dagegen die Theile, welche sich bei organischen Körpern symmetrisch wiederholen, selbst erst aus ungleichartigen Geweben zusammengesetzt sind. Welche Ursachen übrigens die angeführten verschiedenen Typen der organischen Symmetrie bedingen, und welche Gründe in dem Keime zuerst die Lage der Achsen z. B. für die doppelseitige Symmetrie, das Vorn und Hinten, und die Bauch- und Rückenseite in den höheren Thieren bestimmen, können wir eben so wenig ahnen, als die Ursachen der symmetrischen Crystallbildung. Die Organtheile des Organismus sind übrigens nie crystallinisch, und wenn auch einige Fettarten im reinen Zustande crystallisiren, so gilt diess nur, wenn sie den äusseren Einflüssen unterworfen und der Lebenskraft entzogen sind; eben so mit dem Zucker, dem Harnstoff, der Harnsäure. Die meisten Säfte und organischen Stoffe crystallisiren nicht einmal ausser dem lebenden Organismus. Der Rückgrathskanal und die Schädelhöhle der Frösche enthalten um die Centraltheile des Nervensystems eine Lage von breiartiger weisser Materie, die nach Ehrenberg's und Huschke's Entdeckung aus microscopischen Crystallen von kohlensaurem Kalke besteht. An der Bauchhaut der Fische und im Silberglanze der Chorioidea

der Fische hat EHRENBERG auch microscopische Crystalle aus einer organischen Materie entdeckt. MUELLER's *Archiv für Anat. und Physiol.* p. 158.

Ich habe bis jetzt bloss die Eigenthümlichkeit der organischen Körper untersucht, dass sie organische Ganze sind, aus ungleichartigen Organen zusammengesetzt, welche den Grund ihrer Existenz in dem Ganzen haben, wie KANT sich ausdrückte. Die organische Kraft des Ganzen, welche die Existenz des Einzelnen bedingt, hat aber auch die Eigenschaft, dass sie die zum Ganzen nothwendigen Organe aus organischer Materie erzeugt. Einige haben geglaubt, das Leben oder die Thätigkeit der organischen Körper sey nur die Folge der Harmonie, des Ineinandergreifens gleichsam der Räder der Maschine, und der Tod sey durch eine Störung dieser Harmonie bedingt. Die Harmonie, dieses Ineinandergreifen findet offenbar statt; denn das Athmen in den Lungen ist die Ursache der Thätigkeit des Herzens, und die Bewegung des Herzens bringt in jedem Augenblick dem Gehirn das durch das Athmen veränderte Blut, wodurch das Gehirn alle übrigen Organe belebt, und wieder die Athembewegungen bedingt. Der äussere Impuls zu diesem Getriebe ist aber die atmosphärische Luft beim Athmen. Jede Verletzung einer dieser Haupttriebfedern in dem Mechanismus des organischen Körpers, jede grössere Verletzung der Lungen, des Herzens, des Gehirnes kann die Ursache des Todes werden, daher man sie die *atria mortis* genannt hat. Allein diese Harmonie der zum Ganzen nothwendigen Glieder besteht doch nicht ohne den Einfluss einer Kraft, die auch durch das Ganze hindurch wirkt, und nicht von einzelnen Theilen abhängt, und diese Kraft besteht früher als die harmonischen Glieder des Ganzen vorhanden sind; sie werden bei der Entwikkelung des Embryo's von der Kraft des Keimes erst geschaffen. Bei einem zweckmässig zusammengesetzten Mechanismus, z. B. einer Uhr, kann das zweckmässige Ganze eine aus der Zusammenwirkung der einzelnen Theile hervorgehende Thätigkeit zeigen, die von einer Ursache aus in Bewegung gesetzt wird; allein die organischen Wesen bestehen nicht bloss durch eine zufällige Verbindung ihrer Elemente, sondern erzeugen auch die zum Ganzen nothwendigen Organe durch ihre Kräfte aus der organischen Materie. Diese vernünftige Schöpfungskraft äussert sich in jedem Thiere nach strengem Gesetz, wie es die Natur jedes Thieres erfordert; sie ist in dem Keime schon vorhanden, ehe selbst die späteren Theile des Ganzen gesondert vorhanden sind, und sie ist es, welche die Glieder, die zum Begriff des Ganzen gehören, wirklich erzeugt. Der Keim ist das Ganze *potentia*, bei der Entwikkelung des Keimes entstehen die integrirenden Theile des Ganzen *actu*. Wir sehen diess Werden des Einzelnen aus dem potentiellen Ganzen vor unseren Augen bei der Beobachtung des bebrüteten Eies. Alle Theile des Eies sind bis auf die Keimscheibe, *blastoderma*, nur zur Nahrung des Keimes bestimmt; die ganze Kraft des Eies ruht nur in der Keimscheibe, und da äussere Einwirkungen für die Keime der verschiedensten organischen Wesen gleich sind, so muss man die einfache, aus körnigem formlosem

Stoffe bestehende Keimscheibe als das *potentielle* Ganze des spätern Thieres betrachten, begabt mit der wesentlichen und specifischen Kraft des spätern Thieres, fähig, das Minimum dieser specifischen Kraft und Materie durch Assimilation der Materie zu vergrössern. Dieser Keim breitet sich zur Keimhaut aus, welche den Dotter umwächst, und die Organe des Thieres entstehen durch Umwandlung des Keimes, indem zuerst die Elemente des Nervensystems, des Darmschlauchs, des Gefässsystems entstehen, und selbst wieder aus den Elementen der organischen Systeme die Details der Organisation sich immer weiter ausbilden, so dass man die erste Spur der Centraltheile des Nervensystems weder für Gehirn, noch für Rückenmark, sondern für das noch potentielle Ganze der Centraltheile des Nervensystems halten muss. Auf gleiche Art entstehen die Theile des Herzens sichtbar aus einem gleichartigen Schlauche, und die erste Spur des Darmschlauches ohne Speicheldrüsen, Leber, ist mehr als Darmschlauch, sondern das potentielle Ganze des Digestionsapparates, weil Leber, Speicheldrüsen, Pancreas, wie von Baer zuerst entdeckt hat, aus dem, was man für Rudiment des Darmschlauches hält, wirklich sich durch weitere Vegetation sichtbar entwickeln. Es kann jetzt nicht mehr bezweifelt werden, dass der Keim nicht die blosse Miniatur der späteren Organe ist, wie Bonnet und Haller glaubten, sondern dass der Keim das von der specifischen organischen Kraft beseelte und bloss *potentielle* Ganze ist, welches *actu* sich entwikkelt und die Glieder zur Thätigkeit des Ganzen neben einander erzeugt. Denn der Keim selbst ist nur formlose Materie und die ersten Rudimente der Organe werden nicht durch Vergrösserung erst sichtbar, sondern ihr erstes Erscheinen ist deutlich und die Rudimente sind sogleich schon ziemlich gross, aber einfach, so dass wir aus der Umgestaltung des einfachen Organes die spätere Zusammensetzung desselben entstehen sehen. Diese Bemerkungen sind heut zu Tage keine Meinungen mehr, sondern *facta*, und nichts ist deutlicher als die Entstehung der Drüsen aus dem Darmschlauch, die Entstehung des Darms aus dem sich absondernden Theile der Keimhaut. Hätte Ernst Stahl diese Thatsachen gekannt, so würde er noch mehr in seiner berufenen Ansicht bestärkt worden seyn, dass die vernünftige Seele selbst das *primum movens* der Organisation, dass sie selbst der letzte und einzige Grund der organischen Thätigkeit sey, dass die Seele ihren Körper nach den Gesetzen ihrer Wirksamkeit zweckmässig baue und erhalte, und dass durch ihre organische Thätigkeit die Heilung der Krankheiten geschehe. Stahl's Zeitgenossen und Nachfolger haben diesen grossen Mann zum Theil nicht verstanden, wenn sie glaubten, nach seiner Ansicht sollte die Seele, welche vorstellt, mit Bewusstseyn und Absicht, auch die Organisation betreiben. Stahl's Seele ist die nach vernünftigem Gesetz sich äussernde Kraft der Organisation selbst. Allein Stahl ist darin zu weit gegangen, wenn er die mit Bewusstseyn verbundenen Seelenäusserungen in gleichen Rang mit der zweckmässig, aber nach blinder Nothwendigkeit sich äussernden Organisationskraft stellte. Die organisirende Kraft, die nach ewigem Gesetz die zum Be-

stehen des Ganzen nöthigen Glieder erzeugt und belebt, residirt wohl nicht in einem Organ; sie äussert sich in der Ernährung noch bei der hirnlosen Missgeburt bis zur Geburt; sie verändert das schon vorhandene Nervensystem wie alle übrigen Organe bei der sich verwandelnden Insectenlarve, so dass dann mehrere Knoten des Nervenstranges verschwinden und andere sich vereinigen, sie bewirkt, dass bei der Umwandlung des Frosches das Rückenmark sich verkürzt, in dem Maass, als der Schwanz seine Organisation verliert und die Nerven der Extremitäten entstehen. Die bewusstlos wirkende zweckmässige Thätigkeit wirkt auch in den Erscheinungen des Instinctes. Cuvier sagt davon sehr schön und verständlich, dass die Thiere beim Instinct gleichsam von einer angebornen Idee, von einem Traum verfolgt werden. Allein dasjenige, was diesen Traum erregt, kann nur die nach vernünftigen Gesetzen wirkende organisirende Kraft, die Endursache eines Geschöpfes selbst seyn. Diese ist vor allen Organen im Keim vorhanden, und scheint daher auch im Erwachsenen an kein Organ gebunden; das Bewusstseyn dagegen, welches keine organischen Producte erzeugt, sondern nur Vorstellungen bildet, ist ein spätes Erzeugniss der Entwickelung selbst und an ein Organ gebunden, von dessen Integrität das Bewusstseyn abhängt, wenn das *primum movens* zweckmässiger Organisation selbst in der hirnlosen Missgeburt noch fortwirkt. In den Pflanzen fehlt das Bewusstseyn mit dem Nervensystem, während die nach dem Urbilde der Pflanzenspecies wirkende Kraft der Organisation vorhanden ist. Man darf daher die organisirende Kraft nicht mit etwas dem Geistesbewusstseyn Analogen, man darf ihre blinde nothwendige Thätigkeit mit keinem Begriffbilden vergleichen. Unsere Begriffe vom organischen Ganzen sind blosse bewusste Vorstellungen. Die organische Kraft dagegen, die Endursache des organischen Wesens, ist eine die Materie zweckmässig verändernde Schöpfungskraft. Organisches Wesen, Organismus, ist die factische Einheit von organischer Schöpfungskraft und organischer Materie. Ob beide jemals getrennt gewesen seyen, ob die schaffenden Urbilder, die ewigen Ideen Platon's, wie er im *Timaeus* deutete, zu irgend einer Zeit zur Materie gelangt sind, und sich von da an in jedem Thiere und jeder Pflanze fortan verjüngen, ist kein Gegenstand des Wissens, sondern der unerweislichen Mythen, Traditionen, die uns die Grenze unseres blossen Bewusstseyns deutlich genug anzeigen. Das Thatsächliche ist, dass jede Thierform, jede Pflanzenform sich unabänderlich durch ihre Producte erhält, und dass es bei einer ungefähr berechneten Anzahl von so vielen tausend Pflanzen und Thierarten keine wahren Uebergänge von einer Art zur andern, von einer Gattung zur andern giebt; jede Familie der Pflanzen, der Thiere, jede Gattung, jede Art ist an gewisse physische Bedingungen ihrer Existenz auf der Erde, an eine gewisse Temperatur und bestimmte physisch-geographische Verhältnisse gebunden, für welche sie gleichsam erschaffen. In dieser unendlichen Mannigfaltigkeit der Geschöpfe, in dieser Gesetzmässigkeit der natürlichen Klassen, Familien, Gattungen und Arten, äussert sich eine das Leben auf der ganzen Erde bedingende ge-

meinsame Schöpfungskraft. Aber alle diese Arten des Organismus, alle diese Thiere, die gleichsam eben so viele Arten, die umgebende Welt mit Empfindung und Reaction zu geniessen, sind, sind von dem Zeitpunkte ihrer Schöpfung selbstständig; die Art vergeht mit der Ausrottung der productiven Individuen, die Gattung ist nicht mehr fähig, die Art zu erzeugen, die Familie nicht fähig, die Gattung herzustellen. Thierarten sind im Verlaufe der Erdgeschichte durch Revolutionen der Erdrinde untergegangen und in den Trümmern vergraben; sie gehören theils ausgestorbenen, theils noch lebenden, Gattungen an.

Das Studium der aufeinander liegenden Erdschichten, worin die Reste organischer Geschöpfe vorkommen, scheint zu beweisen, dass nicht alle Wesen, welche ihre Reste auf der Erde zurückgelassen, zugleich auf der Erde gelebt haben, dass die einfachen Geschöpfe auch zuerst die Erde bewohnt haben, und die Reste der höheren Thiere und besonders des Menschen kommen nicht in den tieferen Lagern solcher Niederschläge vor, welche organische Reste enthalten. Aber keine Thatsache berechtigt uns zu Vermuthungen über den ersten oder spätern Ursprung der Geschöpfe, keine zeigt uns die Möglichkeit, alle diese Verschiedenheiten durch Umwandlung zu erklären, da alle Geschöpfe die ihnen gegebene Form unabänderlich erhalten.

Die factische Einheit der organisirenden Kraft und der organisirten Materie liesse sich besser begreifen, wenn es sich beweisen liesse, dass die organisirende Kraft und alle Lebenserscheinungen erst die Folge, der Ausdruck, die Eigenschaft einer gewissen Combination der Elemente, die Folge der Mischung seyen. Der Unterschied der belebten und unbelebten organischen Materie bestände dann darin, dass in der letztern der Mischungszustand der Elemente verändert worden. In der That hat Jon. C. Reil den kühnen Versuch einer solchen Darstellung in seiner berühmten Abhandlung über die Lebenskraft, Reil's *Archiv für die Physiologie, I. Bd.*, gemacht, welche Einige, wie Rudolphi, als ein Meisterstück betrachten, wie allein die Anfangsgründe der Physiologie gelegt werden müssen. Reil leitet den Grund der organischen Erscheinungen von der ursprünglichen Verschiedenheit der Mischung und Form der organischen Körper ab. Verschiedenheit der Mischung und Form sind nach ihm die Ursachen aller Verschiedenheit der organischen Körper und ihrer Kräfte. Werden zwei Principien, Mischung und Form, anerkannt, so bleibt die Aufgabe ungelöst, und es frägt sich jetzt wieder, wie die Mischung zur Form, die Form zur Mischung kam. Dass aber die Form der organischen Materie die Art ihrer Wirkungen nicht ursprünglich bestimmt, zeigt sich darin unwiderleglich, dass die organische Materie, aus welcher alle Formen entstehen, anfangs fast formlos ist. Der Keim ist bei allen Wirbelthieren und wahrscheinlich auch bei den Wirbellosen, wie wir es von einigen wissen und ich es von *Planaria* beobachtet habe, eine runde Scheibe einfacher Materie; wo ist hier die Verschiedenheit der Form bei der Verschiedenheit der Thiere? Anderseits wird die Form der unorganischen Körper immer erst durch ihre Elemente

oder die Combination der Elemente bestimmt. Auch giebt diess Reil selbst wieder zu; denn er sagt p. 17: „Form der Materie ist schon eine Erscheinung, die in einer andern, nämlich in der Wahlanziehung der Grundstoffe und ihrer Producte, gegründet ist.“ Hieraus würde folgen, dass, wenn die Mischung allein die Ursache der organischen Kräfte wäre, die Mischung selbst zugleich das formende Princip wäre. Da nun die Mischung in den der organischen Kräfte beraubten organischen Körpern unmittelbar nach dem Tode nicht von der Mischung der Elemente während des Lebens verschieden scheint, so musste Reil annehmen, dass es noch feinere, von der chemischen Analyse nicht erkennbare Materien gebe, welche in dem belebten organischen Körper noch vorhanden seyen, in dem todten aber fehlen. Es muss allerdings in die Zusammensetzung der Stoffe im lebenden Körper noch ein unbekanntes, im Reil'schen Sinne feineres, materielles Princip eingehen, oder die organische Materie muss durch die Wirkung unbekannter Kräfte die damit verbundenen Eigenthümlichkeiten erhalten. Ob man sich diess Princip als imponderable Materie oder als Kraft zu denken habe, ist eben so ungewiss, wie dieselbe Frage bei mehreren wichtigen Erscheinungen in der Physik, und die Physiologie ist hier nicht hinter den übrigen Naturwissenschaften zurück, denn die Eigenschaften dieses Princips sind in den Wirkungen der Nerven bald eben so gut bekannt, als die des Lichtes, der Wärme, der Electricität in der Physik. Auf jeden Fall ist die Beweglichkeit dieses Princips gewiss. Wir erkennen die räumliche Ausbreitung dieses Princips in unendlich vielen Lebenserscheinungen. Wir sehen, dass steif gefrorne, der Empfindung und Bewegung beraubte Theile von der Grenze der belebten Theile allmählig belebt werden, wir sehen diese Mittheilung noch deutlicher nach dem aufgehobenen Druck eines Nerven, der das sogenannte Einschlafen der Glieder bewirkt hatte. Wir sehen den in der Entzündung von der Oberfläche des Organes ausgeschwitzten Faserstoff belebt und organisirt werden. Die organische Kraft wirkt über die Grenze der Organe hinaus bei der Umwandlung der thierischen Materie in den Gefässen, bei der Umwandlung des Chymus und Chylus, der in den Lymphgefässen bei seinem Weiterrücken neue Eigenschaften erhält; sie wirkt von den Wänden der Blutgefässe aus auf das Blut und bedingt dessen Flüssigkeit, während das Blut ausser den Gefässen fast unter allen Bedingungen gerinnt, wenn es nicht zersetzt wird. Endlich erwähne ich mit Autenrieth die Fähigkeit der thierischen Theile, wodurch ihnen bald Lebenskraft entzogen, bald mitgetheilt wird, und wodurch sich die Lebenskraft oft schnell in einem Organe anhäuft. Ich glaube nicht, dass die Wirkung der Lebenskraft in dem nicht bebrüteten Ei den Dotter und das Eiweiss vor Fäulniss schützt, wie Hunter bemerkt, aber sogar eine ausgetretene oder eingeschlossene oder krankhaft angesammelte Flüssigkeit, selbst zersetzter Thierstoff, Eiter, wird länger im lebenden Körper als ausser ihm vor Fäulniss bewahrt, was nicht bloss das Abschliessen von der Luft verursacht, da sonst bei gesunkenen Kräften oft schnell Blut und Eiter im Körper

sich zersetzen. Autenrieth *Physiol.* 1. So gewiss nun mit allen diesen Thatsachen die Existenz einer oft schnell wirkenden und räumlich sich ausbreitenden Kraft oder eines imponderablen Stoffes ist, so wenig ist man berechtigt, denselben mit den bekannten imponderablen Materien oder allgemeinen Naturkräften, Wärme, Licht, Electricität, für identisch zu halten, eine Vergleichung, die vielmehr durch jede nähere Untersuchung widerlegt wird. Die Untersuchungen über den sogenannten thierischen Magnetismus schienen Anfangs einiges Licht über diese räthselhafte Kraft oder imponderable Materie zu verbreiten. Man glaubte, dass Bestreichen eines Menschen durch einen andern, Händeauflegen und dergleichen, merkwürdige Wirkungen hervorbringe, die von einem Ueberströmen des sogenannten thierischen magnetischen Fluidums herrühren; ja Einige haben dieses hypothetische Fluidum sogar durch gewisse Vorrichtungen anzuhäufen geglaubt. Diese Geschichten sind indess ein bedauernswerthes Irrsal von Lug und Trug und Aberglauben geworden, und es hat sich nur gezeigt, wie unfähig die meisten Aerzte zu einer empirischen Untersuchung sind, und wie wenig sie eine Vorstellung von einer Prüfung haben, die in den übrigen Naturwissenschaften zur allgemeinen Methode geworden ist. Kein einziges Factum existirt über diesen Gegenstand unzweifelhaft, als die Gewissheit unendlicher Täuschungen; in der Empirie der Arzneikunde zeigt sich auch keine Thatsache, welche sich mit diesen wunderbaren Dingen in Verbindung bringen liesse, als jene oft wiederholten, aber auch der Bestätigung bedürfenden Berichte von der Heilung gelähmter Menschen, deren Glieder man in frisch geschlachtete Thiere gehüllt, und die gerne geglaubten Mährchen von Verjüngung der Alten und Kränklichen in dem Umgang und in der Ausdünstung gesunder Kinder, und umgekehrt.

So viel wir jetzt gesehen haben, bestehen die organischen Körper aus Materien, welche eine eigene, in der unorganischen Natur nicht vorkommende, nämlich ternäre, quaternäre oder noch mehrfache Combination der Elemente zeigen; diese Combinationen erzeugen sich nur in den organischen Körpern, so lange sie thätig sind oder leben. Die organischen Körper bestehen ferner aus Organen, d. i. qualitativ verschiedenen Gliedern des Ganzen, die den Grund ihrer Erhaltung in dem Ganzen haben; sie bestehen nicht allein daraus, sondern sie erzeugen aus eigener Kraft diese Glieder des Ganzen, das Leben ist daher keine blosse Folge der Harmonie und Wechselwirkung dieser Glieder, sondern beginnt sich zu äussern mit einer in der Materie des Keimes wirkenden Kraft, oder imponderabeln Materie, welche in die Zusammensetzung derselben eingeht und der organischen Combination Eigenschaften mittheilt, die mit dem Tode aufhören.

Das Wirken der organischen Kraft ist aber nicht unbedingt. Die zum Leben nothwendige Mischung und Kraft kann vorhanden seyn und sich doch nicht durch Lebenserscheinungen äussern, und dieser ruhige Zustand der organischen Kraft, wie er in dem unbebrüteten befruchteten Keim des Eies, im Pflanzenei, so lange es nicht keimt, statt findet, muss wohl von dem Tode un-

terschieden werden. Es ist auch nicht Leben, sondern specifische Lebensfähigkeit. Das Leben selbst, die Aeusserung der organischen Kraft, beginnt mit der Einwirkung gewisser Bedingungen des Lebens, wie der Wärme, der atmosphärischen Luft, bei den Eiern, die im Wasser ausgebrütet werden, der im Wasser aufgelösten Luft, und der Zufuhr befeuchteter Nahrungsstoffe, also des Nahrungsstoffes und Wassers, und diese Bedingungen bleiben für das Leben nothwendig, so lange es sich äussern soll.

Das Thier- und Pflanzenei bleibt nur so lange Keim, als es vollkommen ruhig in keiner Wechselwirkung mit der Aussenwelt erhalten wird; es bleibt dann entwickelungsfähig, und die schaffende Kraft des Keimes erhält sich, aber sie bleibt ruhig, ohne sich zu äussern. So können Eier der Thiere ihre Entwickelungsfähigkeit lange behalten, wenn sie nur der Einwirkung der Luft und Wärme entzogen werden. So erhält sich die Keimkraft vieler Insecteneier im Winter und Eier von Insecten der überseeischen Länder kommen in botanischen Gärten Europa's aus, wie ich davon selbst ein Beispiel kenne. So soll sich die Keimkraft der Samen vieler phanerogamischen Pflanzen unter Wasser bis 20 Jahre, unter der Erde ausser aller Einwirkung der atmosphärischen Luft bis 100 Jahre erhalten. *Ann. d. Sc. nat. T. V.* 380. Treviranus führt Beobachtungen von van Swieten an, dass Mimosenkörner nach 80, und Bohnen nach 200 Jahren noch gekeimt hatten, und citirt eine andere Beobachtung, dass man sogar eine vielleicht 2000 Jahre alte Zwiebel aus der Hand einer Aegyptischen Mumie noch zum Treiben gebracht habe. Treviranus *Erscheinungen u. Gesetze des organischen Lebens. p.* 47. Sobald aber jene Einflüsse der äussern Natur einwirken, entwickelt sich entweder der Keim, wenn er zur Entwickelung geeignet ist, oder der Keim fault, wie dann auch der schon entwickelte Organismus, wenn die zur weitern Entwickelung nöthigen äusseren Bedingungen fehlen, entweder scheintodt wird, wie im Winterschlaf, oder ganz abstirbt. Die ruhende Lebenskraft des Keimes bedarf also zwar keiner äusseren Reize zu ihrem ruhigen Fortbestehen, wohl aber das entwickelte und sich äussernde Leben.

Die zum Leben nothwendigen äusseren Bedingungen, Wärme, Wasser, atmosphärische Luft und Nahrungsstoff, bringen, indem sie das Leben unterhalten, beständig Stoffveränderungen in den organischen Körpern zu Stande, so dass sie sich mit den organischen Körpern verbinden, während Bestandtheile der organischen Körper wieder zersetzt und ausgeschieden werden. Man hat diese Einwirkungen *Reize* oder *Lebensreize* genannt; man muss sie indessen von vielen anderen zufälligen Reizen wohl unterscheiden, welche zum Leben nicht nothwendig sind, und man muss sich nur immer vorstellen, dass diese Lebensreize die Erscheinungen des Lebens durch materielle Veränderungen, Austausch ponderabeler und imponderabeler Materien bewirken, indem sie beständig die zum Leben nothwendige Mischung der Säfte, z. B. des Blutes, unterhalten, und das durch die Lebensreize veränderte Blut wieder alle Organe reizt, d. h. organische, zur Aeusserung des Lebens nothwendige, materielle Veränderungen, Austausch ponderabeler

und imponderabeler Materien in ihnen hervorbringt, die zugleich mit einer Zersetzung schon vorhandener Bestandtheile der Organe und mit Ausscheidung derselben verbunden sind. Auch die Nerven der Thiere bewirken wichtige materielle Veränderungen in den Organen, und das in denselben wirkende, wahrscheinlich imponderable Agens ist ein wichtiger innerer Lebensreiz. Man hat diese Eigenschaft aller organischen Körper, durch die genannten Lebensreize gewisse zur Aeusserung des Lebens nothwendige beständige materielle Umwandlungen zu erleiden, *incitabilitas*, Reizbarkeit, genannt. Diese Reize sind gleichsam der äussere Impuls für den Gang des Räderwerks der ganzen Maschine; so unpassend der Vergleich mit einem Mechanismus auch seyn mag, die organische Kraft, welche in den organischen Körpern den zum Leben nothwendigen Mechanismus erschafft, ist doch keiner Acte ohne diesen äussern Impuls und ohne beständige materielle Umwandlungen mit Hülfe der äusseren sogenannten Lebensreize fähig. Richerand hat daher die Aeusserungen des Lebens nicht uneben mit den Erscheinungen der Verbrennung und der Flamme verglichen. Die Erscheinung des Feuers dauert nur so lange, als die zur Verbrennung nöthigen Combinationen und Trennungen stattfinden; der Sauerstoff verbindet sich mit dem brennenden Körper, Wärme wird entwickelt, und so lange Sauerstoff und brennbare Materien zugeführt werden, dauern die Phänomene des Feuers. Ich bin weit entfernt, das Leben als von einer Verbrennung abhängig zu machen, ich will nur sagen, dass hier, wie dort, gewisse beständige Combinationen und Zersetzungen der Materie die Erscheinungen dort der Verbrennung und Lichterscheinung, hier die Erscheinungen der organischen Kraft hervorbringen, dass die Lebensreize für die organischen Körper dasselbe sind, was der Sauerstoff der Atmosphäre und das brennbare Material für die Erscheinung des Feuers, wo man den Sauerstoff doch nicht den Reiz der Flamme nennt, und dass der Name Reiz, Lebensreiz, ohne sich die dadurch veranlassten materiellen Veränderungen dabei zu denken, ohne beständige neue Bindung und Ausscheidung ponderabeler und imponderabeler Materien ein leerer, und sogar falscher Begriff ist. Man muss nur immer bedenken, dass die durch die Lebensreize bewirkten materiellen Veränderungen, obgleich Stoffe der unorganischen Natur dabei wirken, nicht wieder binäre Verbindungen im Organismus erzeugen, sondern nur binäre Verbindungen als zersetztes, wie Kohlensäure, ausscheiden, während der beim Athmen zum Theil an das Blut tretende Sauerstoff das Blut verändert, und das veränderte Blut in den mit der organischen Kraft begabten Organen ganz andere materielle Veränderungen hervorbringen muss, als man sie sich in einem todten Körper zu denken hat.

Diese allgemeinen Bedingungen des Lebens, die Lebensreize, oder *integrirenden* Reize, sind für Pflanzen und Thiere gemein; für die Pflanzen insbesondere ist auch das Licht unentbehrlicher belebender Reiz, für die thierischen Körper ist es (obgleich Entziehung des Lichteinflusses scrophulös und rhachitisch macht), weniger unmittelbar nothwendig, wie viele Thiere, namentlich die

Eingeweidewürmer, beweisen, und dessen Mangel wirkt auf die thierischen Organismen nur mehr in sofern schädlich ein, als es die anderen Lebensbedingungen modificirt. Für die Thiere ist als unentbehrliche Lebensbedingung nicht bloss Aufnahme neuer Materien, sondern auch vorzugsweise schon organisirter Materien zu nennen, während die Pflanzen organisirte Materien theils in binäre Verbindungen zerlegt als Nahrung aufnehmen, und binäre in ternäre Verbindungen verwandeln. Sonst ist die Nothwendigkeit von neuer Materie, Wärme, Wasser und atmosphärischer Luft für die Entwickelung der organischen Wesen, ihr Fortbestehen und ihr Wachsthum eine ganz unbedingte. Man hat sehr geirrt, indem man diese *belebenden Reize* mit anderen Reizen zusammengestellt hat, welche in die Zusammensetzung der organischen Körper nicht wesentlich eingehen, und ihre Kräfte nicht vermehren. Ein mechanischer Reiz, welcher den Zustand einer empfindlichen Haut modificirt, z. B. Druck, bewirkt zwar eine Lebenserscheinung, Empfindung, aber belebt nicht und verstärkt nicht die organischen Kräfte; dagegen tragen die zum Leben unbedingt nothwendigen Reize zu der Bildung der organischen Materie selbst wesentlich bei. Die Nahrungsmittel für's Erste sind nicht allein Reize der organischen Körper, sondern selbst lebensfähig, sie sind Reize, welche beleben und selbst belebt werden können. Der Mensch entbehrt sie ohne tödtliche Folgen im gesunden Zustande kaum länger als eine Woche, die höheren Thiere entbehren sie ohne tödtliche Folgen nicht mehrere Wochen lang, die Amphibien hat man dagegen Monate lang fasten gesehen, wie von Schlangen und Schildkröten vorzüglich bekannt ist. Das Wasser, mag es in die organischen Verbindungen als solches eingehen, oder seine Elemente zu den organischen Verbindungen beitragen, ist auch in seinem ungebundenen Zustande zur Aeusserung des Lebens durchaus nothwendig, weil die thierischen Theile ohne im Zustande der Aufweichung von Wasser zu seyn, keines Lebens fähig sind. Die atmosphärische Luft endlich ist eine für die Lebenserscheinungen so nothwendige Bedingung, dass das Leben der höheren Thiere keinen Augenblick besteht ohne Athmen, ohne die mit dem Athmen verbundenen Veränderungen des Blutes und ohne den Einfluss dieses Blutes auf die Organe. Die Zufuhr der Nahrungsmittel kann eine geraume Zeit lang fehlen, z. B. bei den Amphibien, die Aufnahme von neuen Nahrungsstoffen aus dem Blute in die Organe fehlen, aber jene andere Veränderung, welche das Blut in den Organen durch das Athmen hervorbringt, kann bei den Amphibien nur eine kurze Zeit, und bei den Menschen nur einige Secunden fehlen. Die Wärme endlich, vorzüglich dann wichtig, wenn das thierische Wesen Anfangs selbst noch keine Wärme zu bilden vermag, überhaupt aber für alle organische Wesen, Pflanzen und Thiere unentbehrlich, scheint auch in die Zusammensetzung der organischen Wesen einzugehen. Denn die organischen Processe erfordern bei jedem Thiere und bei jeder Pflanze eine bestimmte Temperatur; wir wissen auch, dass chemische Processe binärer Verbindungen, indem sie eine gewisse Temperatur erfordern, ein bestimmtes Quantum Wärme für die Bildung neuer Ver-

bindungen absorbiren. Unter dem Einflusse jener Bedingungen, Nahrungsstoff, Wasser, atmosphärische Luft und Wärme, entwikkelt sich das organische Wesen aus dem Keim von selbst, indem beständig vorhandene organische Materie zersetzt wird und die Lebenserscheinnngen selbst die Erscheinungen der beständigen Bindung neuer Stoffe und Zersetzung vorhandener, so wie der Veränderungen in der organisirten Materie sind. Ob auch Electricität zur Entwickelung des Lebens nothwendig ist, ist uns noch ganz unklar.

Nun zeigt sich aber sogleich eine verschiedene Abhängigkeit der lebenden Wesen gegen verschiedene Lebensreize. Edwards hat beobachtet, dass neugeborne warmblütige Thiere am meisten äussere Wärme nöthig haben, und ohne dieselbe nicht leben können, während diese Thiere viel länger ohne zu athmen lebend unter Wasser zubringen, als Erwachsene. Ihre Fähigkeit im Wasser auszudauern, nimmt mit der Temperatur des Wassers von 0—20° zu, bleibt von 20—30° und vermindert sich von 30—40° des Wassers. Edwards *de l'influence des agens physiques sur la vie. Paris* 1824. Froriep's *Not.* 150, 151. Vergl. Legallois *exp. sur le principe de la vie.* Das erwachsene Thier ist durch die Lebensverhältnisse seiner Art und Gattung auf eine gewisse äussere Temperatur und daher auf eine gewisse geographische Verbreitung zu seinem Gedeihen angewiesen. Die Dauer der Reizbarkeit ohne Lebensreiz steht im Allgemeinen im umgekehrten Verhältniss mit der Organisation. Die einfachsten Thiere entbehren diese Reize am längsten. Mollusken, Insecten hat man Monate lang ohne Nahrung gesehen. Man sehe das ähnliche Beispiel vom Scorpion in meiner Abhandlung, Meckel's *Archiv* 1828. Schlangen und Schildkröten leben Monate lang ohne Nahrung, während der Mensch im gesunden Zustande kaum über eine Woche hungernd ausdauert. Mehrere Insecten leben Tage lang in mephitischen Gasarten, die *Oestrus*larve z. B. lange Zeit in irrespirabler Luft nach den Versuchen von Schroeder van der Kolk. Mollusken hat man 24 Stunden unter der Luftpumpe erhalten. Die Amphibien leben sehr lange ohne zu athmen, in luftlosem Wasser, nach Spallanzani und Edwards z. B. einige Stunden, in lufthaltigem Wasser 10—20 Stunden, und Frösche, denen ich die Lungen exstirpirt, lebten noch 30 Stunden. Indessen gehören die vielen Erzählungen von lebend gefundenen Kröten u.s.w. in Marmorblöcken, in Bäumen, wohl zu den Täuschungen und zum physikalischen Aberglauben, wenn gleich Herissant und Edwards Amphibien in Gyps eingeschlossen, einige Zeit lebend erhielten. Edwards hat sich überzeugt, dass Gyps für atmosphärische Luft durchdringlich ist, daher Amphibien in Gyps und Quecksilber eingeschlossen so schnell wie bei der Submersion in Wasser starben. Edwards in Meckel's *Archiv.* 3. 617. Vergl. Buckland Froriep's *Notizen.* 33. *Bd.* Die Complication der Organbildung erhöht das abhängige Verhältniss der Organe von einander, daher einfache Thiere nach Verletzungen länger leben als höhere Thiere. Der Scheintod lässt bei niederen Thieren viel leichter Wiederaufleben zu. Spallanzani und Fontana sahen vertrocknete Räderthierchen selbst nach langer Zeit durch Wasser

wieder aufleben, was Ehrenberg läugnet. Dasselbe haben Steinbuch und Bauer von den Vibrionen der kranken Samen des Weizens und einer *Agrostis* gesehen, als die Samen nach Jahren wieder befeuchtet wurden. Die grössten Verletzungen lassen bei Amphibien noch lange Zeit Zeichen des Lebens zurück, und bekannt ist die lange dauernde Reizbarkeit in Muskeln und Nerven dieser Thiere. Auch bei jungen Thieren sind wahrscheinlich wegen der grössern Einfachheit die Lebenszeichen ausdauernder. Ich habe die Muskelreizbarkeit in getödteten Embryonen von Kaninchen länger dauern gesehen, als in erwachsenen Kaninchen; ich sah lebende Kaninchen-*Foetus*, aus dem *Uterus* genommen, 15 Minuten in der Luftpumpe ausdauern. Legallois hat hierüber schöne Versuche angestellt. Es geht daraus hervor, dass, wenn man Thiere nach der Geburt am 1. 5. 10. und so fort bis 30. Tage durch Untertauchen in Wasser, Ausschneiden des Herzens, Eröffnung der Brust zu tödten sucht, die Dauer der Sensibilität alle 5 Tage kürzer wird, so dass sie z. B. nach der Geburt 15 Min., am 30. Tage $2\frac{1}{2}$ Min. beträgt. Dasselbe beobachtete Legallois in Hinsicht der Dauer des Kreislaufs nach Zerschneidung der Medulla spinalis, Amputation des Kopfes. Alle diese Erscheinungen erklären sich völlig aus dem Satze, dass, je entwickelter die Theile eines Ganzen sind, desto abhängiger sie von einander seyn müssen.

Nun bleibt uns noch die *Vergänglichkeit* der organischen Körper und der organischen Materie zu untersuchen übrig.

Die organischen Körper sind vergänglich; indem sich das Leben mit einem Schein von Unsterblichkeit von einem zum andern Individuum erhält, vergehen die Individuen selbst, aber mit der Vertilgung aller Individuen stirbt auch eine Pflanzen- oder Thierspecies aus, wie die Geschichte der Erde beweist. Die organische Kraft ergiesst sich gleichsam in einem Strom von den producirenden Theilen aus in immer neue producirte, während die alten absterben. Diess hat Autenrieth schön geschildert. Autenrieth sagt: „Nur diejenigen organischen Körper, welche durch Ausläufer, wie die kriechenden Pflanzen, oder wie manche Bäume durch abwärts gesenkte Zweige immer wieder neue Wurzeln schlagen, sterben nicht. Bei diesen ist in einer gewissen Zeit der neue Sprosse jedesmal zugleich ein Theil des alten organischen Körpers und ein neuer für sich bestehender. Immer aber stirbt auch bei diesen Pflanzen der alte Stamm nach und nach ab, und die Lebenskraft wirkt nur in dem neuen Sprossen fort, der auf der einen Seite ebenfalls sich wieder verlängert, um auf der andern Seite immer wieder abzusterben. Was hier in einem Zusammenhange geschieht, nämlich das Absterben auf einer Seite und die Bildung eines neuen fortlebenden Körpers auf der andern, das geschieht abgebrochen beim Menschen und den vollkommenen Thieren. Das Kind löst sich als neuer fortdauernder Körper von der Mutter früher ab, als diese stirbt, und diese stirbt auf einmal, während die *Species* unsterblich scheint.“ Autenrieth *Physiol.* 1. 112. Die Frage, warum die organischen Körper vergehen, und warum die organische Kraft aus den producirenden

Theilen in die jungen lebenden Producte der organischen Körper übergeht und die alten producirenden Theile vergehen, ist eine der schwierigsten der ganzen allgemeinen Physiologie, und wir sind nicht im Stande, das letzte Räthsel zu lösen, sondern nur den Zusammenhang der Erscheinungen darzustellen. Es würde ungenügend seyn, hierauf zu antworten, dass die unorganischen Einwirkungen das Leben allmählig aufreiben; denn dann müsste die organische Kraft vom Anfang eines Wesens schon abzunehmen anfangen. Es ist aber bekannt, dass die organische Kraft zur Zeit der Mannbarkeit noch in solcher Vollkommenheit besteht, dass sie sich in der Keimbildung multiplicirt. Es muss also eine ganz andere und tiefer liegende Ursache seyn, welche den Tod der Individuen bedingt, während sie die Fortpflanzung der organischen Kraft von einem Individuum zum andern und auf diesem Weg ihre Unvergänglichkeit sichert. Man könnte auch behaupten, dass die zunehmende Gebrechlichkeit der organischen Körper im Alter durch die zunehmende Anhäufung gewisser zersetzter Stoffe in ihnen entstehe, deren Wahlverwandtschaft sich mit der Lebenskraft in Gleichgewicht setzte; allein auch dann müsste die organische Kraft von Anfang an abnehmen. So erklärt Dutrochet das Alter aus der zunehmenden Anhäufung von Sauerstoff im thierischen Körper. Allein dieser Anhäufung fehlt der Beweis. Wir sind hier bloss im Stande, den Zusammenhang der Erscheinungen mit der Entwickelung darzustellen. Vergleicht man den Keim eines organischen Wesens mit seinem Zustand im höchsten Alter, so besteht das Ganze, welches nach Kant die Existenz der einzelnen Theile bedingt, im höchsten Alter fast bloss in der Wechselwirkung der einzelnen Theile und ihrer Kräfte, ähnlich einem Mechanismus, der bloss durch die Wechselwirkung seiner Theile erhalten wird. In dem Keim dagegen ist die Kraft, welche den Grund zur Production aller Theile enthält, noch unvertheilt vorhanden. Das organische Princip ist im Keim gleichsam im Zustande der grössten Concentration. Die Entwickelungsfähigkeit ist jetzt am grössten, die Entwickelung am geringsten. Hat nun jene Kraft eine Zeitlang gewirkt, ist der Organismus bis über die Jugend entwickelt, so haben wir nicht mehr ein Einfaches mit der unvertheilten Kraft des Ganzen vor Augen, sondern ein Mannigfaltiges mit vertheilten Kräften. Je mehr aber die Kraft des Ganzen vertheilt ist, je weniger noch unverwandte organische Kraft vorhanden, um so mehr scheint der Organismus die Fähigkeit zu verlieren, durch den Einfluss allgemeiner Lebensreize belebt zu werden, um so geringer wird gleichsam die Affinität zwischen der organischen Materie und den allgemeinen Lebensreizen, welche das Leben gleich der Flamme anfachen, daher nach vollendeter Entwickelung, wenn das unsterbliche Leben gesichert seyn soll, die Erzeugung eines Keimes nöthig ist, der wegen der noch unvertheilten Kraft, auch gleichsam noch die grösste Affinität zu den Lebensreizen besitzt, die in dem Maass abnimmt, als der Organismus sich entwickelt. Diess sieht einer Erklärung gleich, im Grunde ist es aber nur eine Darstellung des Zusammenhangs der Erschei-

nungen, von welcher nicht bestimmt behauptet werden kann, dass sie richtig ist.

Wir wenden uns nun zur zweiten Frage, warum auch die Materie beständig während des Lebens eines organischen Körpers vergänglich ist und durch neue organische Materie ersetzt werden muss? Diess ist weniger bei den Pflanzen der Fall und zeigt sich wenigstens vorzugsweise nur in dem allmähligen Absterben älterer Blätter, dahingegen das einmal gebildete, wie TIEDEMANN bemerkt, lange keinem Stoffwechsel unterworfen ist, sondern eine Zeitlang in seiner Mischung beharrt. In den Thieren zeigt sich dagegen ein beständiger Wechsel der Stoffe. TIEDEMANN leitet indess diesen Unterschied davon ab, dass in den Thieren Kraftäusserungen vorkommen, welche Veränderungen in dem materiellen Substrate der Organe hervorbringen, wie es mit der Wirkung der Nerven der Fall zu seyn scheine. *Physiol.* 1. 376.

SNIADECKI hat sich mit der Auflösung dieser Frage in seinem ausgezeichneten Werke, *Theorie der organischen Wesen, aus dem Polnischen, Nürnberg* 1821, besonders beschäftigt.

SNIADECKI nennt die Materien, welche zur Nahrung der organischen Körper dienen können, die belebungsfähigen Materien. Die Belebungsfähigkeit dieser Materien ist aber eine ganz allgemeine; sie ist aller Formen gleich fähig, so lange nicht bestimmte Einflüsse auf sie wirken, und eben darum ohne bestimmte Form. Die organische Materie strebt also, wie SNIADECKI sich ausdrückt, im Allgemeinen zum Leben und zur Organisirung. Sobald aber ein gewisser Theil derselben unter die Gewalt irgend eines Individuums geräth, ertheilt die individuelle Kraft diesem allgemeinen Streben eine gewisse Richtung; daher kommt die individuelle und örtliche Gestalt und die Gattung und Art des Lebens. Jede besondere Organisation ist also nach SNIADECKI der Erfolg zweier Bestrebungen, einer allgemeinen, welche in der Materie selbst statt hat, vermöge welcher gewisse Stoffe zum Leben und zur Organisirung im Allgemeinen streben, und einer zweiten besondern, welche in den Individuen statt findet, welche die Art eines solchen Lebens und die Form der Organisation bestimmt. Dieses Theilchen der belebbaren Materie also, welches die Wirkung einer gewissen individuellen Kraft zum Theil oder ganz erfahren hat, und welches in dem Maasse belebt ist, muss, weil es deshalb nicht aufgehört hat, belebbar zu seyn, vermöge dieser Eigenschaft zum weitern Leben streben und zur Annahme aller anderen organischen Formen, nur diejenige ausgenommen, welche es schon besitzt. Vergleicht man es also mit ganz unorganisirter belebbarer Materie, welche nach allen Formen gleich strebt, so muss es offenbar weniger belebbar seyn als diese. Jene Verminderung seiner Belebbarkeit muss gleich seyn dem Streben, welches es zur Annahme dieser besondern Form hatte, in welcher es sich befindet, weil dieses besondere Streben schon gesättigt und gestillt ist.

SNIADECKI schliesst hieraus: dass die Belebungsfähigkeit der Materie in den Individuen für diese im umgekehrten Verhältniss der organischen Kraft ist, deren Einwirkung die Materie schon erfahren hat, oder die Materie, welche in die organischen Wesen

gelangt, und theils von ihnen im Zustande der organischen Verbindung aufgenommen, wie von Thieren, theils darin verwandelt wird, wie von Pflanzen, verliert eigentlich so viel an Belebungsfähigkeit, als sie an individueller Kraft gewinnt, folglich in dem nämlichen Verhältniss, in welchem sie eine gegebene Gestalt annimmt, verliert sie die Fähigkeit zu derselben. Sobald sie also vollkommen organisirt wird und die ganze individuelle Kraft erleidet, wird sie auch aller Lebensfähigkeit in Hinsicht dieses Individuums beraubt. Sobald dieses erfolgt, verliert die organische Kraft ihre ganze Gewalt über dieselbe, und diese Materie wird mitten in dem lebenden Körper nicht belebbar und unthätig, und folglich nur tauglich seyn, um aus dem Körper geworfen zu werden. Auf diese Art erklärt Sniadecki den ewigen Wechsel der organisirbaren Materien in den organischen Körpern. Nimmt man diese Erklärung an, so lassen sich ohne Zweifel die allgemeinen Vorgänge in den organischen Körpern weiter erklären, wie Sniadecki mit wunderbarer Einfachheit und Consequenz gethan hat. Indessen lassen sich gegen die Triftigkeit dieser Sätze gegründete Einwürfe machen. Nach Sniadecki ist das einzig Wesenhafte in den organischen Körpern nicht die organisirte Materie, sondern die organische Kraft. Diese äussert sich so lange, als sie organisirt, d. h. als nicht organisirte Materie vorhanden ist; das Organisirte selbst besitzt keine organische Kraft, und ist als Excrement untauglich. Allein nach dieser Ansicht müssen die excrementiellen Stoffe den Character der vollkommenen Organisation an sich tragen, und für andere organische Wesen und ihre individuelle Kraft sogleich wieder organisationsfähig seyn. Diess ist nicht der Fall. Die allgemeinsten Excremente sind der Harn und die Kohlensäure, welche beim Athmen ausgeschieden wird. Allein diese Materien sind für thierische Wesen gar nicht mehr organisirbar, sie sind zersetzte Thierstoffe. Es lässt sich viel angemessener annehmen, dass das von einem organischen Körper Organisirte in dem Maasse zugleich theilhaftig der organisirenden Kraft wird, als es organisirt wird. Die organisirende Kraft ist in vielen einfachen organischen Wesen theilbar, indem die organisirte Materie getheilt wird. Diess führt ganz zum entgegengesetzten Grundsatz von Sniadecki. Letzterer behauptet, die Materie verliert an Fähigkeit zu leben, in dem Maass, als sie belebt wird. Wir sagen, die Materie ist in dem Maasse belebt, als sie die belebende Kraft erfahren hat, sie ist belebend in dem Maass, als sie schon belebt ist, sie äussert die belebende Kraft auf andere Materien, sie äussert sie aber nur unter Einwirkung gewisser Lebensreize, welche, indem sie sich auch mit den organisirten Theilen verbinden, andere Stoffe ausscheiden. Indem gewisse Lebensreize, z. B. beim Athmen, an das Blut übergehen, dann auf die organischen Theile einwirken, wird die Affinität zwischen gewissen Theilen der organisirten Materie und dem Lebensreiz des Blutes grösser, als zwischen den Theilen der organisirten Materie unter sich. Die Belebung der organisirten Materie durch eine Art, die mit Ausscheidung verbunden ist, macht sie wieder zur Aufnahme von Nahrungsstoffen fähig; aber in dem Maasse, als eine Materie be-

lebt wird, erhält sie die Fähigkeit, selbst andere Materien zu beleben und zu organisiren, sie wird nicht Excrement, sondern der organisirenden Kraft der vorhandenen Materie theilhaftig.

Die Ursache, warum beständig organische Materien in den organischen Körpern zersetzt und ausgeworfen werden, könnte man auch auf den ersten Blick in folgendem Umstande suchen. Die Verwandlung der Nahrungsmittel in Nahrungsstoff kann die Ausscheidung gewisser Stoffe bedingen, welche ein Uebergewicht unbrauchbarer Elemente enthalten. So sondern die Pflanzen, indem sie Kohlensäure und Wasser in eine ternäre Verbindung zu Pflanzenstoff umwandeln, überflüssigen Sauerstoff aus. Bei den Thieren sind die Hauptexcretionsstoffe, welche vollends unbrauchbar sind, nur Kohlensäure und Harn. Die Thiere scheiden zwar fast eben so viel Materie aus, als sie aufnehmen, allein ein Theil davon sind reine unbrauchbare Excreta, viele sind zu besonderen Zwecken bestimmt, oder werden zufälliger Weise mit ausgeführt, wie der Darmschleim, vielleicht auch die Galle. Die Darmexcremente bestehen selbst wieder zum Theil aus den aufgenommenen Nahrungsmitteln. Dagegen werden Kohlensäure und Harn nicht allein aus den organisirten Theilen ausgeschieden, sondern sind auch rein unbrauchbar. Nun ändert sich zwar die Beschaffenheit des Harns nach den Nahrungsmitteln, und der Harn scheidet also offenbar auch noch unbrauchbare Theile der genommenen Nahrung ab, ehe sie ganz organisirt wird. Allein die Bestandtheile des Harns werden doch bei Thieren, die gar keine Nahrung zu sich nehmen, und wie manche Amphibien, Schlangen und Schildkröten, Monate lang hungern, nicht verändert. Es ist also gewiss, dass durch den Harn aus den schon organisirten Stoffen der Thiere unbrauchbare Theile ausgeschieden werden, und dass das Leben Materie unbrauchbar macht. So bilden ja auch die Puppen der Insecten zur Zeit ihrer Verwandlung, wo sie gar nichts zu sich nehmen, doch Excretionsstoffe durch die Malpighischen Gefässe, und wir wissen durch Wurzer, Brugnatelli und Chevreul, dass diese Gefässe Harnsäure ausscheiden. So scheidet auch der Embryo der höheren Thiere ein besonderes Excretum durch die Wolff'schen Körper ab, noch ehe die Nieren in Function treten. Merkwürdig ist auch, dass die Excretion von Harnstoff oder Harnsäure nicht allein bei den Wirbelthieren, sondern auch bei vielen Wirbellosen statt findet; wie denn die Insecten durch die Malpighischen Gefässe Harnsäure absondern, und Jacobson die Harnsäure in einem besondern Ausscheidungsorgane bei Mollusken entdeckt hat. Was aber die Wechselwirkung der thierischen Körper mit der atmosphärischen Luft betrifft, so haben wir zwar noch keine entfernt begründete Vorstellung über die Ursachen dieser für das Leben so nothwendigen Verknüpfung; aber die Hypothese, dass durch das Athmen die noch fehlenden Elemente zur Bildung von Thierstoff hinzutreten, oder die überflüssigen zu dieser Bildung abgeschieden werden, widerlegt sich sogleich aus dem Factum, dass die meisten Thiere den Thierstoff schon gebildet aufnehmen, und dass die Amphibien doch athmen, Sauerstoff der Atmosphäre verzehren, und Kohlensäure ausathmen,

wenn sie auch keine Nahrung Monate lang zu sich nehmen. Die beständigen Ausscheidungen, welche der Lebensprocess auch ohne die Zufuhr von Nahrungsstoffen bewirkt, Kohlensäure und Harnstoff (und Harnsäure), sind unfähig andere thierische Wesen zu ernähren; die Kohlensäure ist bereits eine durch Zersetzung von Thierstoff entstandene binäre Verbindung, der Harnstoff steht einer binären Verbindung sehr nahe, oder ist selbst vielleicht schon binäre Verbindung, wenigstens ist seine Entstehung aus cyanichtsaurem Ammonium, wie Woehler zeigt, überaus leicht. Da diese Excretionen fort und fort auch ohne alle Zufuhr von Nahrungsmitteln statt finden, so folgt nothwendig, dass das Leben an und für sich mit einer beständigen Zersetzung schon organisirter Stoffe verbunden ist. Diess ist auch nicht anders möglich, wenn es wahr ist, was vorher bewiesen worden, dass die organische Kraft in einem thierischen Wesen sich nur so lange äussert, als gewisse Lebensreize beständig materielle Umwandlungen in den lebenden Theilen bewirken, wovon die Lebenserscheinungen nur die Erscheinungen sind, wie das Feuer die Erscheinung der materiellen Umwandlung bei der Verbrennung. Der Antrieb zu diesen materiellen Umwandlungen geschieht durch das Athmen; das durch das Athmen beständig veränderte Blut bewirkt wieder beständig materielle Umwandlungen in den Organen; aus schon gewesenen Bestandtheilen der Organe kommen die allgemeinen Zersetzungsproducte, Kohlensäure und die an Stickstoff überaus reichen Bestandtheile des Harns, Harnstoff und Harnsäure, und diese den Lebensprocess begleitende Zersetzung der organischen Materie macht wieder die Zufuhr neuer Nahrungsstoffe nöthig, welche die organisirende Kraft erfahren. Ein organisirter Theil zeigt nur so lange Lebenserscheinungen, und organisirt so lange nur andere Materien, als er beständig in seiner Ruhe durch neue Aeusserungen organischer Affinität zwischen dem Blute und den Bestandtheilen der Organe angeregt wird, wovon die Zersetzung gewisser Theile der Organe bedingt ist, die wieder ersetzt werden durch die Wirkung der organischen Kraft auf die neuen Nahrungsstoffe.

Die Nahrungsstoffe der Thiere sind schon organisch zusammengesetzte Materien der Thiere und Pflanzen; die Nahrungsstoffe der Pflanzen sind theils Stoffe von Pflanzen und Thieren, im nicht ganz zersetzten Zustande, theils selbst binäre Combinationen, nämlich Kohlensäure und Wasser. Man hat geglaubt, dass die Pflanzen aus reiner Kohlensäure und Wasser sich ernähren können, indessen haben die Erfahrungen von Hassenfratz, Th. de Saussure, Giobert, Link gezeigt, dass Pflanzen unter diesen Umständen nur sehr kümmerlich oder gar nicht gedeihen, selten blühen und fructificiren. S. Tiedemann *Physiologie I.* 218. Es scheint daher, dass die Pflanzen organische Materie aus binären Combinationen (Kohlensäure und Wasser) nur dann bilden, wenn sie zugleich von aufgelösten, nicht vollkommen zersetzten, organischen Combinationen sich nähren. Den Pflanzen kann man aber das Vermögen, organische Materie aus binären Combinationen zu bilden, deswegen nicht ganz absprechen, weil ohne diess Vermögen die Pflanzenwelt und Thierwelt bald zu Grunde gehen würden.

Durch die Thiere wird beständig eine grosse Menge organischer Materien zersetzt, die wenigstens für die Thiere unbrauchbar und von den Pflanzen erst in brauchbare organische Combinationen umgewandelt werden. Da nun beständig durch Verbrennen und andere Zersetzung eine ungeheure Menge gebildeter Pflanzenmaterien in binäre Combinationen und in die Elemente zerlegt wird, so würde das Nutriment der lebenden Thiere und Pflanzen immer kleiner werden, wenn die Pflanzen nicht wirklich das Vermögen besässen, wieder neue organische Materie aus Elementen und binären Combinationen zu bilden. Man kann also nicht annehmen, dass bloss die einmal vorhandene organische Materie in der Pflanzen- und Thierwelt circulirt, indem sie aus einem Wesen in das andere übergeht. Die unaufhörliche Zerlegung organischer Körper setzt die Bildung von neuer organischer Materie aus binären Combinationen und Elementen durch die Pflanzen voraus.

Nun wird die organische Kraft bei dem Wachsthum und der Fortpflanzung der organischen Körper multiplicirt, denn aus einem Wesen entstehen viele andere, und aus diesen wieder viele andere, während auf der andern Seite die organische Kraft der sterbenden organischen Körper zu Grunde zu gehen scheint. Da aber die organische Kraft nicht etwa bloss aus einem Individuum in das andere übergeht, da vielmehr eine Pflanze, nachdem sie jährlich die Keime von sehr vielen neuen Producenten gleicher Art erzeugt, immer noch fähig zu derselben Production, Producent bleiben kann, so scheint die Quelle der Vermehrung der organischen Kraft auch in der Organisation neuer Materien zu liegen, und diess zugegeben, müsste man den Pflanzen das Vermögen zuschreiben, indem sie neue organische Materien aus unorganischen Stoffen unter dem Einflusse des Lichts und der Wärme bilden, auch die organische Kraft aus unbekannten Ursachen der Aussenwelt zu vermehren, während auch die Thiere die organische Kraft aus den Nahrungsmitteln unter dem Einfluss der Lebensreize wieder erzeugen, und auch bei der Fortpflanzung vereinzeln können. Ob bei der Ausübung des Lebens ausser der beständigen Zersetzung von Stoffen auch organische Kraft beständig und wie sie verloren geht, ist gänzlich unbekannt. So viel scheint aber gewiss, dass beim Sterben der organischen Körper die organische Kraft wieder in ihre allgemeinen natürlichen Ursachen aufgelöst wird, aus denen sie von der Pflanze regenerirt zu werden scheint. Wollte man die Vermehrung der organischen Kraft aus unbekannten Quellen der Aussenwelt in den einmal vorhandenen organischen Körpern nicht zugeben, so müsste man annehmen, dass die scheinbare unendliche Multiplication der organischen Kraft bei dem Wachsthum und der Fortpflanzung bloss eine Evolution in einander eingeschachtelter Keime sey, oder man müsste das Unbegreifliche annehmen, dass die beim Fortpflanzen stattfindende Theilung der organischen Kraft die Intensität derselben nicht schwäche. Immer aber würde die Thatsache übrig bleiben, dass beständig bei dem Sterben der organischen Körper organische Kraft unwirksam oder in ihre allgemeinen physischen Ursachen aufgelöst wird.

## III. Von dem thierischen Organismus und von dem thierischen Leben.

Entwickelung, Wachsthum, Reizbarkeit, Fortpflanzung, Vergänglichkeit sind allgemeine Erscheinungen und Eigenschaften aller organischen Körper und Folgen der Organisation; allein nur die thierischen Körper zeichnen sich durch den Besitz anderer Eigenschaften aus, die man darum vorzugsweise *animalische* Eigenschaften im Gegensatz der allgemeinen *organischen* nennen kann. Hierunter sind das Vermögen zu empfinden und sich willkührlich zu bewegen die vorzüglichsten. Man kann zwar den Pflanzen die Bewegung nicht ganz absprechen, denn ihre Organisation ist mit unmerklichen Bewegungen begleitet, es findet Saftbewegung in ihnen statt; sie wenden sich nach dem Lichte, die Wurzeln wachsen nach dem bessern Boden hin, Pflanzen ranken entlang den Körpern, die ihnen eine Befestigung darbieten können, ihre Staubfäden neigen sich zum Griffel zur Zeit der Befruchtung hin; ja viele Pflanzen, besonders Mimosen, zeigen in den Blattstielen eine durch Reize bedingbare Bewegung, wobei sich das allgemeine Gesetz wiederholt, dass organische Theile von gewissen reizbaren Eigenschaften diese auf sehr verschiedene Reize auf gleiche Art äussern. Denn mechanische, galvanische, chemische Einflüsse, wie Weingeist, mineralische Säuren, Aether, Ammoniak, Wechsel der Temperatur, der Erleuchtung, bringen denselben Erfolg hervor, Treviranus *Biologie* 5, 201—229. Endlich zeigt sich bei *Hedysarum gyrans* ausser dem allgemeinen Einflusse des Lichtes auf die Bewegung des mittlern Blattes ein unaufhörliches Erheben und Senken der kleineren Nebenblätter, selbst ohne dass äussere Reize die Phänomene bedingen; auch einige der niedersten Pflanzen, wie die Oscillatorien, bewegen sich beständig pendelartig. Wenn nun aber auch das Schlingen der Pflanzen nach Palm (*über das Winden der Pflanzen p.* 48.) aus dem Umstande sich erklären lässt, dass Schlingpflanzen mit den Spitzen der Zweige Kreise beschreiben und also vermöge dieser Art des Wachsthums nahe Gegenstände erreichen, so scheint das Winden der *Cuscuta* um bloss lebende Pflanzen nicht ohne alle organische Anziehung zu seyn; es bieten sogar die Bewegungen der Staubfäden und Blattstiele zu viele Aehnlichkeit mit der Reizbarkeit der Muskeln dar, um sie nicht damit zu vergleichen. Dutrochet (*recherches anat. et physiol. sur la structure intime des animaux et des vegetaux*) hat den Sitz der Reizbarkeit bei den Mimosen in der Rindensubstanz eines Wulstes an den Gelenken der Blattstiele entdeckt, ein Wulst, der nur den reizbaren Mimosen eigen ist. Alle Bewegung hörte auf nach dem Abtragen dieses Organes, nach dem Abschneiden der obern Hälfte des Wulstes erfolgte noch Aufrichten, aber nicht mehr Senken. Hiernach glaubt Dutrochet, dass Heben und Senken durch entgegengesetzte Krümmungen in der Rinde des Wulstes entstehen, wie man denn in Scheiben der Rinde beider Hälften unter Was-

ser Krümmungen erfolgen sieht. Auf diese Art soll sich ein Blatt erheben, wenn die Rinde der untern Hälfte des Wulstes convexer als die der obern Fläche wird, und sich senken, wenn die Krümmung der Rinde in der obern Hälfte zunimmt. Andere Beobachter haben bei der Bewegung der Wulste Farbenveränderung wahrgenommen, wie Lindsay, Ritter, Mayo, so dass man das Phänomen auch vom Zuströmen der Säfte ableiten könnte. Tiedemann *Physiol.* 1. 623. G. R. Treviranus *Erscheinungen und Gesetze des organischen Lebens. I.* 171—177. Es giebt also in den Pflanzen ähnliche Organe, entweder wie die Muskeln oder wie die durch Saftströmung erectilen Theile bei den Thieren; allein die thierischen Bewegungen erfolgen nicht bloss durch Wirkungen des Reizes auf reizbare Theile, sondern aus innern Bestimmungen von nicht beweglichen Theilen, den Nerven, auf bewegliche. Dutrochet hat zwar gesehen, dass, wenn er bei Mimosen den Focus eines Brennglases auf ein einzelnes Blatt richtete, der Eindruck sich nach und nach auf die übrigen Zweige und Blätter fortpflanzte, und er betrachtet die falschen Tracheen als die Organe der Leitung. Allein G. R. Treviranus bemerkt hierbei mit Recht, dass diess nur Hypothese bleibe; denn Andere haben von der Einwirkung des concentrirten Lichtes auf die Mimosen nur örtliche Wirkung beobachtet, und dann kann von einer örtlichen Bewegung die ganze Pflanze zugleich erschüttert, zur Mitbewegung gereizt werden. Das Bewegungsvermögen der Thiere hat aber auch das Ausgezeichnete, dass die Bewegungen zum Theil nicht bloss durch die zweckmässige Organisation des Ganzen, sondern durch Zwecke, welche ein einzelnes Organ, nämlich das Organ der Seelenäusserungen, bestimmt, veranlasst werden, d. h. dass sie willkührlich sind. Anderseits muss man Reizbarkeit nicht mit Empfindlichkeit verwechseln. Die Pflanzen sind reizbar, aber nicht empfindlich; so sind die Muskeln auch vom Körper getrennt noch reizbar, aber nicht empfindlich. Dass aber Empfindung in den Pflanzen Statt finde, kann ohne Aeusserungen des Bewusstseyns nicht statuirt werden. Aeusserungen von Empfindung und willkührliche Bewegung sind das einzige characteristische Merkmal der einfachsten Thiere. Zusammengesetzte Thiere haben oft eine ästige und vegetabilische Form und sitzen mit dem Stamme im Boden; die individuellen Fähigkeiten der einzelnen Polypen, die willkührlichen Bewegungen jedes Polypen des gemeinsamen Stammes zeigen aber nur eine *organisatio animalis multiplicata* und nichts Pflanzliches. Die Bewegungen der Infusorien sind frei und willkührlich. Wenn daher immer gewisse einfache organische Wesen, die Spongien und mehrere sogenannte Alcyonien, in Hinsicht ihrer vegetabilischen oder animalischen Natur zweifelhaft scheinen, so muss der Mangel aller willkührlichen Bewegung des Ganzen oder der einzelnen Theile entscheiden, und diese müssen besser zu den vegetabilischen Seegebilden gezählt werden. Hiergegen lässt sich zwar erinnern, dass der Embryo der *Spongien* nach Grant (*Edinb. phylos. Journal. Vol. XIII. p.* 382.), gleich dem Embryo der Polypen und Corallen, durch Wimpern Bewegungen äussert, allein wir haben keine hinreichenden Unterschei-

dungsmerkmale zwischen dem Embryo der Spongien und Infusorien des Meeres, dann aber hat man schon vielfach an dem Embryo wahrer Vegetabilien, wie der *Algen,* solche Bewegungen beobachtet. Solche Beobachtungen hat TRENTEPOHL an *Conferva dilatata β. Roth* (*Ectosperma clavata Vauch.*) und G. R. TREVIRANUS an *Conferva limosa Dillw.* gemacht. *Biologie T.* 4. *p.* 634. Neuerdings hat UNGER (*Nov. act. acad. nat. cur. T. XIII. p.* 2. *p.* 789.) dieselben Beobachtungen mit Beachtung aller Uebergänge an *Conferva dilatata* wiederholt, und es scheinen, wie auch G. R. TREVIRANUS gegen die von VAUCHER gemachte Vermuthung einer Täuschung durch Infusorien behauptet, jene anfangs beweglichen Keimkörner wieder in *Algen,* von denen sie gekommen, überzugehen. Siehe TREVIRANUS *Biol. T.* 4. *Erscheinungen und Gesetze des organischen Lebens. p.* 51 und 183. Hieher gehören auch die *Zoocarpées* von BORY ST. VINCENT, die als gegliederte Fäden infusorienartig sich bewegende Keimkörner ergiessen, welche dann wieder vegetabilisch werden und die er mit der ganzen Zunft *Arthrodiées* zwischen Thierwelt und Pflanzen stellt. Die Bewegungen der Eier von Zoophyten durch Wimpern sind nicht für willkührlich zu halten. Die Schwingungen der Wimpern an den athmenden Kiemen einiger niederen Thiere sind wohl dasselbe Phänomen. Nach den Untersuchungen von NITZSCH (*Beiträge zur Infusorienkunde, Halle* 1817) wären einige vegetabilische und animalische Infusorien sich sehr verwandt. So sollen sich *Bacillaria pectinalis* und andere Arten ganz wie Pflanzen, andere Arten der Gattung wie Thiere verhalten. EHRENBERG dagegen scheint eine solche Verwandtschaft beider Reihe nicht anzuerkennen; er bemerkt auch, dass die activen Bewegungen bei Algen nicht die Idee von Thierheit erwecken sollen. Nie hat er einen beweglichen Algensamen die geringste feste Nahrung zu sich nehmen gesehen, und so unterscheidet sich nach EHRENBERG die fruchtstreuende Alge von der sie umschwärmenden Monade, wie der Baum vom Vogel. POGGENDORF's *Ann.* 1832. 1. Derselben Meinung ist nach eigenen Beobachtungen R. WAGNER, indem er bemerkt, dass die Bewegung jener Keimkörner nicht für thierische gehalten werden könne, wenn sie gleich wunderbarer scheint als die tactmässige Bewegung einiger niederen Vegetabilien, der Oscillatorien.

Die Organe, durch welche die Empfindungen und die Bestimmungen zur willkührlichen Bewegung, also die thierischen Verrichtungen der Thiere geschehen, sind das Nervensystem. Von den Nerven zeigen sich die Organe der Thiere in eben so grosser Abhängigkeit, wie die Pflanzen vom Lichte. Mat hat bisher Nerven ausser den Wirbelthieren nur bei einem Theile der Wirbellosen verfolgt, und man war sehr einstimmig der Meinung, dass bei den niederen Thieren gar keine Nerven vorhanden seyen, indem die noch einfache Substanz in denselben Partikeln empfindlich, beweglich und verdauend sey. In der That schien die grosse Theilbarkeit der einfachen Wesen hiezu einigermaassen zu berechtigen. Man kannte also die Nerven der Infusorien, der Corallenthiere und Polypen, der Acalephen, der meisten Einge-

weidewürmer nicht. Aber von *Strongylus Gigas*, einem Wurm der Nieren, hatte Otto das Nervensystem beschrieben. Beim Spuhlwurm ist ein nervenartiger Strang zwischen den zwei Gefässstämmen nicht zu verkennen. Das Nervensystem von *Distoma hepaticum* hat Mehlis, von *Pentastoma* und *Diplozoon* hat v. Nordmann beschrieben. Kein Zweifel, dass es allen Eingeweidewürmern zukömmt. Ferner hatte Tiedemann das Nervensystem der *Echinodermen*, wenigstens der Seesterne entdeckt. Endlich hat Ehrenberg die grosse Entdeckung von der zusammengesetzten Bildung der niedersten Thiere, der Infusorien, gemacht. Ehrenberg *Organisation der Infusionsthierchen. Berlin* 1830. Bei den einfachsten Infusorien hat Ehrenberg den Mund und einen zusammengesetzten Magen, bei andern Mund, Darm und After entdeckt. Bei den vollkommneren Räderthierchen und einigen Infusorien hat Ehrenberg selbst eine Art Zähne am Munde, männliche und weibliche Geschlechtsorgane, Muskeln, Bänder, eine Spur von Gefässen und Nerven und Augenpunkte sehr deutlich beschrieben und abgebildet. Diese Augenpunkte, welche Ehrenberg für wirkliche Augen hält, sind für die Controverse von dem Nervensystem der einfachsten Thiere von ganz besonderer Wichtigkeit. Da nun bei den schon viel zusammengesetzteren Planarien, bei denen man das Nervensystem noch nicht kennt, eben solche dunkle Augenpunkte am Kopfe, wie bei vielen Ringelwürmern, deren Nervensystem man kennt, vorkommen, und da nach meinen Beobachtungen die schwarzen Augenpunkte einiger Nereiden wirklich eine von schwarzem Pigmente becherförmig bekleidete Anschwellung der Sehnerven darstellen, so ist es sehr wahrscheinlich, dass auch die Planarien und überhaupt alle niederen Thiere, die solche Augenpunkte besitzen, Sehnerven und also ein Nervensystem besitzen. Wenn Gruithuisen glaubt, dass jede dunkle Stelle der Haut gewissermaassen mit dem Sehen in Beziehung stehe, weil sie Licht absorbire, so ist diess ganz unexact. Denn die erste Bedingung zum Sehen ist, dass der *Nervus opticus* specifische Sensibilität für das Licht besitze und nicht blosser Gefühlsnerve sey. Niedere Thiere, welche gegen das Lichtagens ohne Auge empfindlich sind, können das Licht durch die Haut als Wärme empfinden, aber zur Lichtempfindung selbst gehört specifische Reizbarkeit. Daher besitzen die Würmer, wie einige Nereiden, ohne dass sie optische durchsichtige Apparate zur Unterscheidung der Gegenstände besitzen, doch Nerven zur blossen allgemeinen Unterscheidung von Licht und Dunkel, und gerade die Existenz der Sehnerven zur allgemeinen Lichtempfindung bei einem Thiere, das wegen Mangel optischer Apparate nichts Bestimmtes unterscheiden kann, beweist sehr, dass die Lichtempfindung doch immer noch an bestimmte Nerven gebunden ist. Siehe meine Beobachtungen über den Bau der Augen bei den Nereiden, *Annales des sciences nat. T. XXII. p.* 19.

Ich komme darauf zurück, dass es nach den Beobachtungen von Ehrenberg über den Bau der Infusorien und nach meinen Erfahrungen über den Bau der einfachsten Augen, immer wahrscheinlicher wird, dass alle Thiere ohne Unterschied Nerven be-

sitzen. Wie schwierig sind doch schon die Nerven der Seesterne, ja mehrerer Mollusken, wie der Muscheln, zu untersuchen; wir dürfen also nicht zu viel Werth darauf legen, dass selbst grössere, einfache Thiere, wie die Actinien, die Medusen, uns keine deutliche Spur dieser Zusammensetzung darbieten.

Die Thiere unterscheiden sich aber nicht allein von den Pflanzen durch das Empfinden und willkührliche Bewegungsvermögen. Diese Attribute modificiren auch nothwendig die übrigen Eigenschaften, welche die Thiere mit den Pflanzen gemein haben. Diess hat Cuvier in der Einleitung zur vergleichenden Anatomie sehr schön ausgeführt. Die Gewächse, an den Boden geheftet, absorbiren unmittelbar durch ihre Wurzeln die ernährenden Theile der in sie eindringenden Flüssigkeiten, die Thiere hingegen, die meist nicht an ihren Aufenthaltsort gebunden, ihn vielmehr ganz verändern oder wenigstens als Polypen eines festen Stammes ihre Beute ergreifen, mussten den ihnen zur Ernährung nöthigen Vorrath von Säften mit sich fortnehmen können. Die allermeisten haben eine innere Höhle erhalten, in welche sie die zu Nahrungsmitteln bestimmten Stoffe bringen, und in deren Wänden die einsaugenden Gefässe bei den höheren Thieren wurzeln, welche nach einem sehr passenden Ausdruck Boerhave's wahrhafte innere Wurzeln sind. Cuvier vergl. *Anat. T. I. p.* 11. Bei einigen Thieren fehlt der After, bei anderen ist selbst der Darm zweifelhaft. Doch sollen die Bandwürmer nach Mehlis, gegen die gewöhnliche Annahme, einen gefässartigen, von der engen Mundöffnung beginnenden, bald gabelig getheilten Darm haben. Bei den Echinorynchen soll ein bekannter enger, zweischenkelig gespaltener Canal der Darm seyn. Eine besondere, zur ersten Assimilation bestimmte Höhle ist noch aus einem andern Grunde nothwendig: der Nahrungsstoff der Thiere muss erst aufgelöst werden. Der Nahrungsstoff der Pflanze findet sich aufgelöst vor, und besteht theils aus kohlensäurehaltigem Wasser, theils aus aufgelösten organischen Materien des *humus*. Die Thiere müssen ihren Nahrungsstoff, der aus schon vorhandenen organischen Verbindungen besteht, vorbereiten, zerkleinern, auflösen, daher ist die Verdauung eine bloss den Thieren eigene vorbereitende Assimilation der Speisen.

Die Saftbewegung der Pflanzen ist viel einfacher als bei den Thieren, und immer ohne besondere bewegende Organe für die Verbreitung, ohne Herz. In einigen einfachen Pflanzen giebt es eine rotatorische Bewegung des Saftes im Innern von Gliedern oder in Zellen. Corti hat diese Bewegung in der *Chara* entdeckt, Fontana, die beiden Treviranus, Amici, C. H. Schultz, Agardh, Raspail, haben sie in den Charen wieder gesehen; Meyen hat eine ähnliche Bewegung in den Zellen der *Vallisneria spiralis* und in den Haaren der Wurzelfasern von *Hydrocharis morsus ranae* entdeckt. In den von Saftgefässen durchzogenen höheren Pflanzen hat C. H. Schultz eine fortschreitende Bewegung des Saftes entdeckt. *Ueber den Kreislauf des Saftes im Schöllkraut. Berlin* 1822. C. H. Schultz, *die Natur der lebendigen Pflanze. Berlin* 1823. *Annales des sc. nat. T. XXII. p.* 75, 79. Nach Schultz ist diese letztere Bewegung ein vollkommener Kreislauf, in den einen Gefässen

aufsteigend, in den anderen absteigend, in Quergefässen aber communiciren beiderlei Ströme der verschiedenen Gefässe. In den feinen Durchschnitten der Blattstiele vieler Pflanzen sieht man auch deutlich, dass der Saft in verschiedenen Gefässen verschiedene Richtung hat, und diess habe ich selbst an feinen Durchschnitten der Blattstiele von Feigenblättern sehr deutlich gesehen. Ob nicht der Schnitt, die Zerschneidung der Gefässe an der Richtung der Ströme Antheil haben, kann bloss durch Beobachtungen verschiedener Ströme in unverletzten Blättern ausgemittelt werden. In den Blättern des Chelidonium, die mit dem lebenden Stamme noch verbunden waren, habe ich selbst allerdings entgegengesetzte Ströme gesehen. Der Umstand, dass nach Dutrochet's Beobachtungen in einem aufrecht stehenden dünnen Glascylinder mit Wasser, durch ungleiche Erwärmung an verschiedener Seite, sich eine aufsteigende und abtseigende rotatorische Bewegung einstellt, kann ohnehin nicht die Saftbewegung in den Pflanzen erklären. Denn in diesem Falle ist die alleinige Ursache das Aufsteigen der erwärmten und expandirten Molecule des Wassers, was gerade erst die Rotation bedingt. Es scheint daher, dass Anziehung und Abstossung von Seite der Blätter und Wurzeln auf eine noch ungekannte Art die Saftbewegung in den Pflanzen vermitteln. Dass aber das Licht die Säfte anzieht, ist wohl gewiss, da es offenbar das Wachsen der ganzen Pflanzen bestimmt. Bei den Thieren sind dagegen die Triebfedern des Kreislaufes weniger äussere Einflüsse, sondern die Zusammenziehung eines Centralorganes, des Herzens. Diess aber wird belebt von dem durch den Einfluss der atmosphärischen Luft beim Athmen veränderten Blute. Ob vollkommene Circulation ein absolutes Prädicat der Thiere ist, ist noch unklar; wir kennen wenigstens in vielen einfachen Thieren bis jetzt weder Herz noch Gefässe.

Einen sehr wichtigen Unterschied bietet die Respiration der Pflanzen und Thiere dar. Bei den Pflanzen und einfachsten Thieren findet die Respiration auf ihrer ganzen Oberfläche statt. Bei den zusammengesetzten Thieren dagegen ist die Oberfläche nicht hinreichend zur Wechselwirkung mit der Atmosphäre, und es bedarf eines Organes, welches im kleinen Raume eine ungeheure athmende Fläche der Atmosphäre darbietet. Allein auch die Producte der Respiration sind im Thier- und Pflanzenreich verschieden. Bei den Pflanzen besteht die Assimilation zum Theil darin, dass die binären Verbindungen, Kohlensäure (also Kohlenstoff und Sauerstoff) und Wasser (Wasserstoff und Sauerstoff), in ternäre Verbindungen von Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, zu Pflanzenmaterie umgewandelt werden. Da nun aber bei dieser Verwandlung ein Ueberschuss von Sauerstoff übrig bleibt, so wird dieser durch die Blätter ausgehaucht. Die Blätter nehmen auch Kohlensäure aus der Atmosphäre auf, wie die Untersuchungen von Priestley, Scheele, Ingenhouss, Spallanzani, Senebier, v. Humboldt, Th. de Saussure beweisen. Nämlich die Blätter zersetzen die in der Luft enthaltene Kohlensäure so, dass der Kohlenstoff mit einem Antheile des Sauerstoffes sich mit den Pflanzen verbindet, während der grösste Theil des Sauerstoffes

an die Luft zurückgegeben wird. In der Nacht aber und im Schatten, im krankhaften und welkenden Zustande nehmen sie einen Theil des Sauerstoffes der Luft auf und dünsten Kohlensäure aus, aber weniger als sie am Tage aufnehmen. TIEDEMANN's *Physiologie T. I. p.* 273. GILBY *Edinb. phil. J.* 1821. 7. Das Athmen scheint daher bei den Pflanzen eine blosse Correction der Assimilation; durch das Athmen der Pflanzen verliert die Luft beständig einen Theil der von den Thieren ausgehauchten Kohlensäure, und erhält einen Reichthum von Sauerstoff. Die Thiere leben nur von schon gebildeter organischer Materie, und ihre Substanz enthält, ausser Kohlenstoff, Sauerstoff, Wasserstoff, auch Stickstoff, der vielen Pflanzen ganz fehlt und in anderen nur in sehr geringer Quantität vorhanden ist. Da nun beständig eine grosse Menge Thierstoff fault und in chemische Verbindungen sich zersetzt, die Thiere aber keinen neuen organischen Stoff aus einfachen Elementen oder binären Verbindungen bilden können, so sind die Pflanzen, welche dieses Vermögen besitzen, den Thieren durchaus nöthig; so wie die Thiere wiederum den Pflanzen nöthig werden. Denn die Thiere athmen gerade dasjenige aus, was die Pflanzen einathmen, Kohlensäure, und athmen wieder ein, was die Pflanzen ausathmen, Sauerstoff. Auf diese Art würde ohne die Pflanzenwelt die Luft für die Thiere irrespirabel werden; durch die Wechselwirkung von Pflanzen und Thieren erhält sich aber die fast absolute Gleichheit der atmosphärischen Luft als eine Zusammensetzung von 79 Theilen Stickstoff und 21 Sauerstoff.

Da nun endlich die Pflanzen nur eine einfache Kraftäusserung, nämlich die Vegetation besitzen, so bedürfen sie, ausser Wurzel, Stengel, Blättern, nicht mannigfaltiger Organe, sondern sie bieten, mit Ausnahme der Fructificationswerkzeuge, durchgängig ähnliche Theile dar, indem sich das einfache Verhältniss von Stengel zu Blättern immer weiter vom Stamme und Theilen des Stammes aus multiplicirt, ja sogar die Fructificationswerkzeuge zeigen sich den Blättern verwandt und bilden sich zuweilen in Blätter um. Da ferner die Pflanzen vor der Fructification nur eine Wiederholung ähnlicher Theile zeigen, deren Anfänge im Stamme zu einem *ensemble* verbunden sind, so sind auch diese Theile selbst wieder fähig, abgetrennt selbstständig zu werden; denn es giebt ohnehin hier eine beständige Zeugung durch Sprossen. Auch der Same ist ein selbstständiger Theil, der sich von den Sprossen nur darin wesentlich unterscheidet, dass seine Vegetationskraft gross, aber seine Vegetation selbst gering ist oder noch gar nicht existirt. In den Thieren zeigt sich dagegen die Wechselwirkung von Blutkreislauf, Athmen und Nerven zum Leben durchaus nothwendig. Die Nerven bedingen die Athembewegungen, die Nerven wirken aber nicht ohne Blut, welches geathmet hat, und das Blut fliesst allen Theilen und so den Nerven nicht zu, ohne die Zusammenziehung des Herzens, das wieder von dem hellrothen Blute und der Nervenwirkung abhängig ist. Gehirn, Herz und Lungen sind daher gleichsam die in einander greifenden Haupträder in der thierischen Maschine, welche durch

den Stoffwechsel beim Athmen in Bewegung gesetzt werden. Bei dem Wachsthume zeigt sich auch nicht ein äusseres Hervortreiben neuer Theile, ähnlich den alten, sondern meist eine Vergrösserung des Ganzen durch Vergrösserung aller zuerst gebildeten Theile des Innern und Aeussern. Die Thiere wachsen in der Regel nicht auf Pflanzenart, nur die zusammengesetzten Polypen wachsen durch Sprossenbildung. Die mehresten Thiere sind, je vollkommener sie sind, nicht ein Aggregat ähnlicher Theile, durch einen Stamm verbunden, sondern sie enthalten Theile von ganz verschiedenen Eigenschaften, mannigfaltige Organe, die eine Zeugung durch Theilung wachsender Theile unmöglich machen, wenn nicht die sich abtrennenden Theile die wesentlichen Organe des Ganzen noch mit enthalten, wie bei Polypen und einigen Würmern, Nereiden, Naiden u. A., bei denen Bonnet, O. Fr. Mueller, Gruithuisen eine Fortpflanzung durch künstliche oder von selbst erfolgende Theilung gesehen haben. Diese ganze Vergleichung hatte nur den Zweck, zu zeigen, wie die Existenz neuer Eigenschaften bei den Thieren auch diejenigen Functionen modificirt, welche die Thiere mit den Pflanzen gemein haben.

Die Vergleichung der Thiere mit den Pflanzen führte die Alten zur Methode, wie sie die Functionen der Thiere abzuhandeln hatten.

Die Functionen, welche die Pflanzen und Thiere mit einander gemein zu haben scheinen, hat man organische oder vitale Verrichtungen genannt; sie haben die Erzeugung und Erhaltung aller Theile aus dem selbstständigen Ganzen zum Zweck. Sie sind Aeusserungen der organischen Affinität unter den Wirkungen der wesentlichen Ursache des Lebens. Die Functionen, welche vorzüglich die thierischen Wesen auszeichnen, Empfindungen, Bewegungen, Vorstellungen u. s. w., scheinen der Zweck des thierischen Daseyns zu seyn, es sind die, welche das Thier characterisiren würden, wenn es auch nur einen Augenblick ausdauern sollte. Die Alten haben sie im Gegensatz der ersteren animalische Verrichtungen genannt.

Eine dritte Reihe der Erscheinungen umfasst die Vorgänge, welche zur Bildung neuer Keime in einem Individuum und zur Absonderung und Entwickelung derselben führen, und also die Erhaltung der Gattung während der Vergänglichkeit der Individuen bezwecken. Diese Eintheilung hat ihre Vortheile, kann aber auch Missverständnisse erzeugen. Die Kraft, welche die Entwickelung des Keimes bedingt, ist dieselbe, welche die beständige Erhaltung des Ganzen und die Wiedererzeugung desselben verursacht, und darnach würden also Vegetationskraft, Bewegungskraft und Empfindungskraft gleichsam die Grundkräfte seyn; allein es fragt sich wieder, ob diese Trennung nicht künstlich ist.

Man kann sich vorstellen, dass die wesentliche Kraft des Pflanzenlebens, die Vegetationskraft, in den Thieren noch mit anderen Kräften verbunden sey, z. B. mit der Empfindungskraft und Bewegungskraft, oder mit der Nervenkraft, wenn man die Fähigkeit der Muskeln, sich durch den Einfluss der Nerven zusammenzuzie-

hen, nicht als ursprüngliche Kraft, sondern als Folge ansehen will. Man kann sich vorstellen, dass die Vereinigung dieser Kräfte im Keime existirt und dass sie sich von der Entwickelung an in den verschiedenen Organsystemen, die in einander greifen, äussern, so dass die Vegetationskraft, von der Nervenkraft bestimmt, auch die Organe des Nervenlebens wiedererzeugt und beständig erhält, die Nerven aber wieder die Ursache sind, dass organisirte Theile empfindlich sind. Wenn man diess aber weiter durchdenkt, so gelangt man auf Widersprüche.

Vielmehr scheinen diese Hauptformen nur verschiedene Wirkungen einer und derselben *vis essentialis* der Thiere, bedingt durch die verschiedene Zusammensetzung der verschiedenen Organe. Es liegt etwas Absurdes in der Vorstellung, dass die Reproductionskraft die Nervensubstanz erzeuge, während die Wirkungen der gebildeten Nerven Folgen einer Kraft seyn sollen, die verschieden ist von der Kraft, welche die Nervensubstanz bildet. Die letzte Ursache des Lebens, welche in den Thieren wirkt, erschafft alle zum Begriff eines thierischen Wesens gehörigen Theile, und erzeugt diejenige Mischung in denselben, deren Erfolg Bewegungsvermögen und Empfindungsvermögen oder Leitungsvermögen für Eindrücke sind, die auf einen Centraltheil der Einwirkungen und der Rückwirkungen verpflanzt werden. Nur die verschiedenen Producte dieser ersten und einen Kraft der Thiere, dieses alle Theile erzeugenden und wiedererzeugenden *primum movens*, sind theils zur Umwandlung von Materien fähig, die weiter geführt für den Nutzen des Ganzen bestimmt sind, theils Bewegungsorgane, theils Organe, durch welche die Einwirkungen aller Organe auf ein Centralorgan und die Rückwirkungen erfolgen. Die ersteren sind die Reproductionsorgane, die zweiten die Muskeln, die dritten die Nerven. Dann giebt es auch noch solche Theile, die durch die schaffende und wiedererzeugende Thätigkeit oder die Grundursache aller Organe keine anderen wesentlichen Eigenschaften als physicalische Qualitäten der Festigkeit, Elasticität, Zähigkeit u. s. w. erlangen, wie die Knochen, Knorpel, Bänder, Sehnen.

Die Drüsen erlangen z. B. durch die Ernährung und Wiedererzeugung aus dem Blute die Fähigkeit, gewisse Theile des Blutes in ihrer Nähe anzuziehen, neu zu combiniren und auszuscheiden; durch denselben Act der Ernährung und Wiedererzeugung aus dem Blut erhalten die Muskeln die zur Attraction ihrer Theilchen oder zur Bewegung durch gewisse Ursachen nöthige Fähigkeit, und diese Fähigkeit ist das Product jener Erzeugung, nicht aber eine besondere Grundkraft, die von der Generationskraft verschieden wäre. So erhalten die Nerven durch eben diese Urkraft der Bildung und Wiedererzeugung aus dem Blute die Fähigkeit zu ihren Lebenserscheinungen, und ihre Fähigkeiten sind nur die Erfolge dieser Erzeugung. Ganz verkehrt scheint es aber nun gar, die Wiedererzeugung zur Indifferenz der bewegenden und sensitiven Kraft zu machen. Sieht man von den Theilen ab, welche durch den organischen Process ihrer beständigen Wiedererzeugung nur physicalische Eigenschaften der Elasticität, Festigkeit

u. s. w. erlangen, so kann man die Eigenschaften der übrigen Hauptsysteme in den Thieren folgendermaassen bezeichnen.

I. Organe, welche die Mischung der Flüssigkeiten für den Zweck des Ganzen verändern, wie die Absonderungsorgane, die Blutgefässe und Lymphgefässe, die Lungen. Das eigenthümliche Phänomen, welches diese Organe darbieten, ist nicht etwa die Ernährung, denn diese kömmt allen Organen zu, sondern die Veränderung der organischen Combination in den Flüssigkeiten, die mit ihnen in Berührung stehen, durch Aeusserungen organischer Affinität.

II. Muskulöse Organe, welche auf gewisse Einflüsse sich zusammenziehen, und deren Fasern sich kräuselnd gegen die Stelle, wo eine Veränderung der Muskelsubstanz geschieht, verkürzen. Haller hat die Fähigkeit der Muskeln auf mechanische, chemische und electrische Einwirkungen sich zusammenzuziehen, Irritabilität genannt, und die Haller'sche Irritabilität kann keinen anderen Theilen als den muskulösen Theilen zugeschrieben werden, während andere sich durch Erscheinungen anderer Art von Reizbarkeit auszeichnen. Einige verwirrte Schriftsteller haben diesen Begriff von Irritabilität zu einer Formel für willkührliche Fictionen gemacht, so dass man sogar von einer Irritabilität in den Nerven gesprochen, als wenn bald die Irritabilität, bald die Sensibilität derselben verändert seyn könnte. Im lebenden Körper geschehen die Wirkungen der Muskeln immer unter dem Einfluss der Muskelnerven, und alles, was die Zusammensetzung der Nerven nur leise verändert, bewirkt gleichsam eine Entladung der Nervenkraft, welche die Zusammenziehung der Muskeln bedingt. Daher das Studium der Bewegungen, der Krämpfe und Lähmungen grossentheils zur Untersuchung der Gesetze der Wirkungen in den Nerven zurückführt. Die Bewegung findet bei allen materiellen Veränderungen, bei der Generation, Ernährung, Absonderung, statt, organische Affinität zwischen Säften und Organen bewirkt Turgescenz-Bewegungen; man muss sich wohl hüten, die Muskeln für die einzigen der Bewegung fähigen Theile zu halten; die muskulösen Theile sind nur die einzigen Organe, welche durch Zusammenziehung und Kräuseln von Fasern sich bewegen, und alle Theile, welche sich so zusammenziehen können, und nicht wesentlich Muskeln sind, sind meist durch eingestreute Muskelsubstanz, besonders Muskelfasern, beweglich, wie die Ausführungsgänge der Drüsen, welche sich, wie ich zeigen werde, contrahiren.

III. Die Nerven haben theils die Fähigkeit, bei geringen Veränderungen ihres Zustandes Bewegungen in den Muskeln zu bewirken, während die Veränderungen der Nerven selbst den Sinnen des Beobachters entgehen, theils besitzen sie ein Leitungsvermögen für jede Veränderung ihres Zustandes nach dem Gehirn, dem Centralorgane, wovon Wirkungen auf alle übrigen Organe ausgehen, und diess nennt man empfinden. Empfindungen finden nur so lange statt, als die Nerven noch mit dem Gehirne in Verbindung stehen. Viele vom Gehirn und Rückenmarke ausgehende Nerven sind durch das Gehirn und Rückenmark will-

kührliche Excitatoren der Bewegung in den Muskeln, so lange die Nerven noch mit Gehirn oder Rückenmark in Verbindung stehen, während sie in dieser Verbindung und ohne diese Verbindung auch unwillkührliche Zusammenziehungen der Muskeln bei einer Veränderung ihres Zustandes bewirken. Dagegen sind die vom *Nervus sympathicus* abhängigen beweglichen Theile dem Willen entzogen und nur in einer bedingten Abhängigkeit von dem Gehirn und Rückenmarke, mit welchen der *Nervus sympathicus* mittelbar, nämlich durch Vermittelung wirklicher Cerebral- und Spinalneren zusammenhängt. In den Nerven zeigt sich die grösste Beweglichkeit der organischen Kräfte, ohne Bewegung der ponderabeln Masse, und ihre Wirkung ist zur Ausübung aller Functionen nöthig, indem alle Theile durch Veränderungen der Nerven auf Gehirn und Rückenmark zurückwirken, und von diesen aus gewisse zu ihrer Action nothwendige Einflüsse erfahren.

Diese organischen Systeme greifen verschiedenartig in einander. Alle Organe sind nur durch den Antheil von Nerven, die in ihre Gewebe treten, empfindlich, die Organe, die der chemischen Verwandlung der Flüssigkeiten dienen, sind, wenn sie sich zusammenziehen, nur durch eingestreute Muskelfasern zusammenziehbar, und alle Organe oder einzelnen Theile, in welchen ausser besonderen Lebenseigenschaften auch noch Absonderungen tropfbarer Flüssigkeiten für den Zweck des Ganzen stattfinden, haben für diesen Zweck auch eigenthümliche Gewebe, wie in den Organen der Sinnesempfindung auch tropfbare Absonderungen durch besondere Gewebe stattfinden.

Sowohl die Wechselwirkung dieser Systeme unter sich, als ihre Wiedererzeugung aus dem Blute, kann ohne Affinitätsäusserung der ponderabeln und imponderabeln Materien mit organischer Anziehung nicht vor sich gehen. Die Kenntniss dieser Gesetze wäre von der grössten Wichtigkeit, allein wir kennen kaum einige merkwürdige Facta, wie die Anziehung des Blutes in Theilen, welche der Erection fähig sind, und wo eine grössere Thätigkeit stattfindet, und jene merkwürdige Verwachsung zweier Keime, woraus ein Theil der Doppelmissgeburten zu erklären ist, was ohne Anziehung gleichartig gebildeter Theile nicht geschehen kann, da fast in der Regel gleichnamige Theile verwachsen, Gesicht mit Gesicht, Schnauze mit Schnauze von vorn oder von der Seite, oder Hinterkopf mit Hinterkopf, von der Mitte oder von der Seite, Hals mit Hals oder Brust mit Brust, oder bloss Bauch mit Bauch, oder Seite mit Seite, oder bloss Steiss mit Steiss. Eine Verbindung, wobei immer die verwachsenden Theile beider Embryonen gemeinsam und einfach werden, und sich nach den Doppelhöhlungen hin theilen. Eine einzige Beobachtung organischer Anziehung und Abziehung an kleinsten Theilen wäre hier von unendlicher Wichtigkeit. Allein alle meine Bemühungen um ein Experiment in diesem Punkte sind fruchtlos gewesen, mochte ich einen blossgelegten und heraus präparirten Nerven eines Frosches unter das Microscop legen und das Ende mit Blutkügelchen umspült beschauen, oder Samen des Fro-

sches mit Theilen des unbefruchteten Eies vom Frosche unter dem Microscop beobachten.

Die Gesetze der Reizbarkeit der organischen Wesen sind im Allgemeinen schon im vorigen Abschnitt untersucht worden; dort ist das Verhältniss der Lebensreize zur Aeusserung der Thätigkeit bestimmt. Hier werden nun zunächst die Gesetze der Reizbarkeit in den Thieren näher bestimmt werden, obgleich es bei dem heutigen Standpunkte der Wissenschaft kaum möglich ist, Licht über diese schwierigen Probleme zu verbreiten, und doch wäre diese Kenntniss so wünschenswerth, da die Arzneikunde hier die grössten Anforderungen an die Physiologie zu machen hat.

Mag die organische Kraft das Resultat der Mischung ponderabler und imponderabler Materien seyn, oder selbst die Mischung der organischen Materie bedingen und erhalten, wir sehen, dass sie sich unter gewissen Umständen in einzelnen Organen verstärken kann, die Actionen sind in diesem Falle grösser und dauernder, wie man in den Genitalien in der Schwangerschaft und in der Brunst beobachtet. So nimmt die organische Kraft auch in dem früher organisirten Geweih der Hirsche ab, wenn es abstirbt, und verstärkt sich wieder, wenn es im organisirten Zustande von Neuem erzeugt wird. Zu einem mehr belebten Theile strömt mehr Blut, und es wird mehr Blut als sonst in organisirte Materie umgewandelt. Tiedemann sagt, dass ein gereiztes Organ schnellere Veränderungen in seiner materiellen Zusammensetzung erfahre, und eben daher auch das Blut, welches allein im Stande ist, zu gesteigerten Kraftäusserungen zu befähigen, rascher und in grösserer Menge anziehe. *Physiologie* 1. 326. Wenn dagegen ein organischer Theil einen Schaden durch materielle Umwandlung erleidet, so entsteht in einem solchen Theile dann auch eine grössere Thätigkeit zur Wiederherstellung dieses Schadens, wenn die Zersetzung des organischen Theiles nicht zu gross gewesen. Die organischen Körper besitzen beständig das Vermögen, die zum Leben des Ganzen nöthige Zusammensetzung der Theile zu erhalten. So oft diese Zusammensetzung verletzt wird, äussert sich jenes Streben heilkräftig. Diess folgt schon aus dem Satz, dass die organischen Körper beständig der chemischen Einwirkung das Gleichgewicht zu halten suchen. Deswegen strömt einem verletzten Theile noch mehr Blut zu, weil die organische Thätigkeit sich in demselben vergrössert. Die Wechselwirkung der vermehrten organischen Thätigkeit, welche dem Anfange der Zersetzung das Gleichgewicht zu halten strebt, und des schon eingetretenen Strebens zur Zersetzung erkennt man in der Entzündung. Deswegen lässt sich aber doch nicht behaupten, dass die Entzündung wesentlich eine vermehrte Thätigkeit ist, sondern sie ist zusammengesetzt aus den Erscheinungen einer örtlichen Verletzung, einer örtlichen Neigung zur Zersetzung und einer dagegenwirkenden verstärkten organischen Thätigkeit, welche dem Zersetzungsstreben das Gleichgewicht zu halten strebt. Bei einem höhern Grade von Zersetzung in den thierischen Theilen kömmt es gar nicht zu dieser Rückwirkung, und die Entzündung entsteht nicht, wie bei den narcotischen Vergiftungen.

4 *

Wenn sie aber entsteht, so kann die durch eine Verletzung bedingte Zersetzung bald so gross werden, dass die organische Rückwirkung das Gleichgewicht nicht zu halten vermag, und dass örtlicher Tod eintritt.

Diese und viele andere Fälle, ja schon die Ermüdung und Erschöpfung nach grossen Anstrengungen zeigen uns, dass die organische Kraft durch die Ausübung der Functionen gleichsam consumirt wird. Diess zeigt sich noch nach dem Tode. Denn wenn man von zwei gleichen Muskelstücken eines frisch geschlachteten Thieres den einen Theil mit dem Messer zu kleinen Zukkungen reizt, während man den andern sich selbst überlässt, so wird der erste in dem Maasse früher seine Reizbarkeit verlieren, als er sich mehr bewegt. Autenrieth's *Physiol. I.* 63. Jeder Lichteindruck stumpft das Auge einigermaassen ab, und der gleiche Reiz bringt kurz darauf keine gleiche Reaction hervor, bis sich das Auge erholt hat. Man könnte diess daraus erklären, dass ein Theil der Kraft zur Ausgleichung der durch den Reiz bewirkten materiellen Veränderungen wirkt. Allein diese Ermüdung erfolgt auch in dem Falle, wo die Thätigkeit ohne äussern Reiz vermehrt wird, sobald nur nicht die Kraft zugleich vermehrt ist. Es scheint also, dass diese Thätigkeit selbst eine materielle Veränderung in den Organen hervorbringt. Vielleicht indem jene beständige Veränderung der organischen Substanz durch die beim Athmen veränderten Bestandtheile des Blutes, welche zum Leben, gleich wie die Zersetzung zu den Erscheinungen der Verbrennung nothwendig ist, beschleunigt oder vermehrt wird, da doch zur Zeit dieser Beschleunigung nicht auch die Wiedererzeugung aus den Nahrungsstoffen vermehrt ist, sondern in der Weise der Erholung erst allmählig geschehen kann. Ueberhaupt aber, je thätiger ein Mensch ist, um so grösser scheint die Zersetzung der Stoffe, und um so mehr hat jemand Bedürfniss nach Nahrungsmitteln. Menschen und Thiere, die nach sehr heftigen Kraftäusserungen gestorben sind, wie z. B. ein zu Tode gejagter Hirsch, sollen selbst schneller faulen als ein zu Tode gebluteter Körper. Autenrieth, welcher diess bemerkt, führt auch an, dass ein Muskel aus einem noch reizbaren Thiere geschnitten, ungleich schneller faule, wenn er zu häufigen Zusammenziehungen vor seinem Absterben gereizt wurde, als ein anderes gleiches Stück, das ruhig gelassen wurde. *Physiologie I.* 115. Vergl. A. v. Humboldt *über die gereizte Muskel- und Nervenfaser.* In den Verrichtungen des Nervensystems ist die Erholung besonders so nothwendig, dass selbst das gleichmässigste Leben des Schlafes bedarf, der von selbst eintritt, auch wenn die das Nervensystem in Thätigkeit setzenden Ursachen, die äusseren Reize, fortdauern, weil die durch die Thätigkeit verursachte Veränderung im Nervensysteme letzteres unempfindlich für diese Eindrücke macht.

Die beständige Wiederbelebung der organisirten Theile aus den allgemeinen integrirenden Lebensreizen ist sonst meistentheils mit der Fähigkeit zu einer gleichmässigen Thätigkeit verbunden. Wird aber die Action verstärkt und beschleunigt, so muss Ruhe

erfolgen, wenn so viel Fähigkeit sich zu neuen Actionen bilden soll, als durch die Action verloren ist.

Obschon im gesunden Leben im Allgemeinen eben so viel Kraft in einer gewissen Zeit wiedererzeugt wird, als durch die Thätigkeit unwirksam geworden ist, so giebt es doch Fälle, in welchen die Wiedererzeugung allmählig immer stärker wird, bei gleichmässiger geregelter Thätigkeit oder bei abwechselnder Thätigkeit und Ruhe. Diess ist namentlich in der Jugend der Fall, weil aus früher entwickelten Gründen die Affinität der organischen Theile zu den allgemeinen Lebensreizen um so grösser scheint, je weniger die Entwickelung vorgeschritten ist; aber überhaupt wird durch eine nicht zu angestrengte Thätigkeit mit Ruhe abwechselnd die Kraft eines Organes vermehrt, wie in der Uebung, während blosse Ruhe die Organe oft erschlafft. Abwechselung von Thätigkeit oder Uebung und Ruhe, darin liegt das Geheimniss, die Kraft unserer Actionen allmählig zu verstärken. Vielleicht wird durch die Action ein Theil der Stoffe eines Organes zersetzt, wie das Leben überhaupt mit Zersetzung verbunden ist, vielleicht wird ein Theil der Stoffe durch die Action eines Organes zersetzt, während durch die vermehrte Action ein anderer Theil inniger gemischt wird, so dass ein Organ durch die Thätigkeit zwar verliert, aber durch die Action fähiger wird, neue Stoffe anzuziehen und sich zu verstärken. Wenn aber die Thätigkeit zu häufig und zu stark wiederholt worden ist, so ist die Wiedererzeugung selbst geringer, und es tritt Erschöpfung ein. Diess ist dann der Fall, wenn die Consumtion organischer Kraft oder das Unwirksam-werden derselben durch verstärkte Action schneller erfolgt, als die Wiedererzeugung in gleichen Zeiten ist. Diese Erschöpfung ist um so grösser, je mehr und je edlere Theile häufig und heftig in Thätigkeit versetzt werden, wie z. B. beim Coitus fast das ganze Nervensystem in eine mit Consumtion von Kraft verbundene Thätigkeit versetzt wird, und je mehr ein Theil bei den Actionen anderen Organen etwas mittheilt, was er selbst verliert, wie es eben bei den Nervenactionen scheint, und je mehr endlich ein Theil durch seine Action einen wesentlichen materiellen Verlust für das Ganze erzeugt, wie bei den verstärkten Absonderungen, z. B. der Milch. Die augenblickliche Unwirksamkeit der organischen Kraft nach der Thätigkeit, und ihre allmählige Wiederherstellung bemerkt man selbst noch an abgeschnittenen Theilen der Frösche, indem wahrscheinlich durch Wechselwirkung des noch in ihnen enthaltenen Blutes und der Luft mit den Organen sich die Reizbarkeit herstellt. So macht der galvanische Reiz, auf abgeschnittene Froschschenkel wiederholt applicirt, diese unwirksam, und die Reizbarkeit stellt sich erst allmählig in der Zeit der Ruhe wieder her.

Wird ein Organ seltener in Thätigkeit gesetzt, so nimmt die Fähigkeit für fernere Actionen in der Ruhe nicht so zu, wie bei einem gewissen Grade von Thätigkeit. Das Auge sieht, je mehr es in Thätigkeit gesetzt wird, bei demselben Reize augenblicklich schwächer; war es aber einige Zeit vollkommener Ruhe überlassen, z. B. im Dunkeln, so werden nun zwar die Eindrücke viel

lebhafter empfunden. Stärkt man das Auge nach dem früher erörterten Gesetz durch abwechselnde Anstrengung und Ruhe allmählig, so wird es auch fähig zu grösseren Anstrengungen, ohne so bald als früher erschöpft zu werden; lässt man das Auge aber lange Zeit in vollkommener Ruhe, so hat sich zwar wieder eine grosse Empfindlichkeit, wie überhaupt nach der Ruhe, angesammelt, aber die Lebenskraft ist in diesem Theile nun um so schwächer geworden, je weniger er geübt worden, und ein plötzlicher starker Lichteindruck vermag ein lange von dem Lichte entwöhntes Auge selbst zu erblinden. Die Muskeln verlieren in langer Ruhe viel von ihrer Bewegkraft, wie sich z. B. die Fähigkeit mancher Muskeln, als der Ohrmuskeln, verliert. Autenrieth *Physiol.* 1. 104.

Bisher ist die Veränderung der organischen Thätigkeit der Thiere bloss im Allgemeinen betrachtet worden. Jetzt soll untersucht werden, wie die äusseren Einflüsse auf Veränderung derselben wirken. Nicht allein die äusseren Lebensreize, welche das Leben unterhalten, veranlassen zu organischen Wirkungen. Alles, was die materielle Zusammensetzung und das Gleichgewicht der Vertheilung imponderabler Materien in den organischen Theilen stört, kann auch die Action der Organismen und Organe verändern. Diese Veränderung nennt man *Reaction*, wenn sie lebhaft ist; die Einwirkung, welche die Reaction von Seiten des Organismus hervorbringt, nennt man *Reizung*, Irritation, und die verändernde Ursache *Reiz*, Irritamentum. Die Reaction gegen einen Reiz ist immer eine Lebenserscheinung, eine Aeusserung einer organischen Eigenschaft des Organismus. Die Fähigkeit, durch äussere Einwirkungen zu Kraftäusserungen bestimmt zu werden, ist nicht den organischen und insbesondere thierischen Körpern allein eigen. Viele unorganische Körper entwickeln z. B. Licht unter gewissen Bedingungen, z. B. beim Stoss, oder entwickeln Wärme. Die Physiker machen es hierbei wahrscheinlich, dass das Licht oder die Wärme vorher in den Körpern gebunden waren, und durch den äussern Einfluss frei werden. Noch mehr könnte man die elastischen Körper hieher rechnen, deren kleinste Theilchen so sehr einander anziehen, dass ein Versuch zur Verschiebung mehrerer Theilchen oft auf alle zurückwirkt, und dass durch die Anziehungskräfte der Theilchen zu einander eine restitutio in integrum erfolgt, die sich unter dem Phänomen der Elasticität und der Schallschwingungen äussert. Allein kein unorganischer Körper zeigt sich so gleichförmig in diesen Aeusserungen als die Organismen, welche unter den verschiedenartigsten Einwirkungen, welche die Zusammensetzung der Theilchen stören, immer das nämliche Phänomen, zu dem ein Organ durch sein Leben befähigt wird, äussern. Diess rührt wahrscheinlich von jener Grundeigenschaft der organischen Körper her, den Störungen ihrer Zusammensetzung das Gleichgewicht zu halten, eine Kraft, die im gesunden Falle viel grösser ist als die Ursache, welche die Zusammensetzung des organischen Körpers stört. Jene Kraft, welche das Gleichgewicht in den organischen Theilen nach einer Störung derselben wiederherstellt, ist

dieselbe, welche einen Theil eigenthümlich durch die beständige Ernährung und Wiedererzeugung erhält. Das Phänomen, welches bei der Herstellung des Gleichgewichtes erfolgt, ist zusammengesetzt von der Veränderung des organischen Theiles durch eine äussere Ursache und von dem Streben des organischen Theiles zur restitutio in integrum, zur Wiederherstellung des Gleichgewichtes. Dutrochet behauptet, dass alle erregenden Ursachen auf den Organismus die gleiche Veränderung hervorbringen, dass sie die Oxydation des ihnen ausgesetzten organischen Stoffes modificiren; nach ihm sollen die erregenden Ursachen gleichzeitig auf den Sauerstoff und auf den organischen Stoff wirken, um sie zu einer Verbindung zu bewegen. So ingeniös diese Ansicht ist, so ist sie doch eine bis jetzt ganz unbegründete Vermuthung, eben so wie Dutrochet's Folgerung, dass die Excitabilität eine wirkliche Verbrennbarkeit sey. Diese soll in der Jugend sehr gross seyn, weil in dieser Lebensperiode der Organismus in hohem Grade oxydirbar sey und nur wenig gebundenen Sauerstoff besitze, im Alter dagegen sollen die Erregungsmittel wenig Wirkung haben, weil die Tendenz zur Oxydation geringer ist, und zwar im Verhältnisse der Menge des schon gebundenen Sauerstoffes. Alles diess ist hypothetisch. Froriep's *Notizen* 724.

Zu einer jeden Reizung eines organischen Theiles gehört irgend eine materielle Veränderung in demselben, die wir selbst bei dem Reize des Lichtes auf das Auge voraussetzen müssen; nämlich Licht scheint in die Zusammensetzung vieler Körper einzugehen, und bewirkt chemische Veränderungen, wie sich an vielen chemischen Präparaten und selbst an den Pflanzen zeigt, aus denen es Sauerstoff entwickelt. Die nächste Veränderung, welche ein Reiz hervorbringt, ist durch die Natur des Reizes und des organischen Körpers, welcher gereizt wird, bedingt, z. B. eine Zusammendrückung, eine chemische Veränderung; allein die darauf folgende Gegenwirkung widerstrebt dieser Veränderung und ist von der Natur des Reizes ganz verschieden, nicht mechanisch, nicht chemisch, sondern eine Aeusserung der Lebenseigenschaft eines Organes, wie Empfindung als Schmerzen, oder Entzündung, oder Zuckung. Wärme, Electricität, Licht theilen sich den organischen Korpern wie anderen nach allgemeinen physicalischen Gesetzen mit, aber es entsteht bei der restitutio in integrum immer zugleich eine Lebensäusserung, verschieden nach dem Theile, welcher verändert wird, und die Phänomene bis zur Herstellung des Gleichgewichtes sind zusammengesetzt aus der Wirkung des Reizes und der Reaction gegen den Reiz. Die chemisch wirkenden Stoffe verändern auch die organischen Körper und suchen binäre Verbindungen auf Kosten der organischen Körper zu erzeugen. Wenn diess gelingt und die Affinität der organischen Theile nicht hinreicht, die organische Combination zu erhalten, und der chemischen Einwirkung das Gleichgewicht zu halten, so entsteht ein chemisches Product mit dem Tode des afficirten Theiles, z. B. bei der Verbrennung, bei der Einwirkung einer Mineralsäure, eines caustischen Alcali's. Allein so lange der organische Theil, welcher einem chemisch wirkenden Körper ausgesetzt wird,

noch lebt, so lange agirt er auch in den ihm eigenen Wirkungen, z. B. Empfindungen, Bewegungen, Entzündung. Chemische Einflüsse, wie Säuren, Alcalien, können zwar an dem Ort ihrer Einwirkung auf organische Körper binäre Verbindungen hervorbringen und auf diese Art Brand oder Tod bewirken; allein so weit an einem so afficirten Theile noch Leben besteht, und an der Grenze des Todes äussert es sich auch in den organischen Eigenschaften, wie Entzündung u. s. w.

Aber nicht allein ist die Wirkung der thierischen Körper gegen äussere Reize Reaction in organischen Eigenschaften, sondern die Art dieser Reaction, die Eigenschaften, welche reagiren, sind häufig verschieden nach der Natur eines Theiles und seiner Zusammensetzung. Daher bewirken z. B. mechanische, chemische, electrische Reize, auf einen Muskel angewandt, dieselbe Reaction des Muskels, nämlich Bewegung. Alle diese verschiedenen Reize bewirken dagegen in einem Empfindungsnerven nur Empfindungen, und die Art der Empfindung ist selbst bei verschiedenen Nerven verschieden, wenn gleiche, und bei denselben Nerven gleich, wenn verschiedene Reize darauf wirken. So z. B. bewirken mechanische und electrische Reize in den Sehnerven nur Lichtempfindungen als Eigenschaften dieser Nerven, und scheinen keinen Schmerz zu bewirken, während die Empfindungen des Schmerzes und nicht des Lichtes in den Gefühlsnerven möglich sind. So erregen mechanische und electrische Reize, auf den Gehörnerven wirkend, Tonempfindungen, der electrische Reiz in dem Geruchsnerven Geruchsempfindungen. So erregen die vorderen Wurzeln der Rückenmarksnerven im gereizten Zustande von mechanischem oder galvanischem Reize keine Empfindungen, sondern Zuckungen in den Muskeln, aber die hinteren Wurzeln dieser Nerven erregen unter denselben Umständen nur Empfindungen, keine Zuckungen. Die Physiologie gewinnt eine eben so sichere Empirie, wie die übrigen Naturwissenschaften, wenn sie die eigenthümliche Reactionsart aller Theile des thierischen Körpers kennt.

Es ist nun nicht auffallend, dass die Symptome desselben Organes in ganz verschiedenen Zuständen sich oft sehr ähnlich sind, weil es z. B. im Zustande von gereizter Kraftäusserung so gut wie im Zustande der Reizung bei abnehmender Kraft die ihm eigenen Lebenseigenschaften mit mehr oder weniger Energie kund giebt. Es giebt eine gewisse Gruppe von Hirnsymptomen, Herzsymptomen, die in verschiedenen Krankheiten dieser Theile vorkommen. Hierbei lässt sich ein Blick auf die Thorheit der Homoiopathen werfen, welche mit Mitteln, welche eine der Krankheit ähnliche Wirkung hervorbringen, zu heilen glauben, während sie doch entweder gar nichts thun, oder während die Natur die ihr dargebotenen Mittel anders verwendet als der Arzt glaubt. Wenn zwei Mittel einige ähnliche Symptome in einem Organe hervorrufen, so beweist diess noch nicht, dass sie ganz ähnliche Wirkungen hervorbringen, sondern dass sie auf dasselbe Organ wirken, wobei ihre qualitativen Wirkungen ganz verschieden seyn können. Syphilis und Mercurialkrankheit können wesentlich ver-

schieden seyn, und doch sich darin gleichen, dass gewisse Organe in beiden Krankheiten zerstört sind. So zerstören Mineralsäuren und Alcalien die organischen Theile gleich stark, und Niemand wird behaupten, dass sie Similia seyen. So kann also Mercur durch gelinde Umwandlung der organischen Materie sie für die Fortsetzung der syphilitischen Zerstörung unfähig machen, worauf der natürliche Lebensprocess (nicht der Mercur) die weitere Heilung bewirkt.

Da die Reize die Organe in Thätigkeit setzen, und jede ohne gleichzeitige Vermehrung der organischen Kraft vermehrte Thätigkeit die Kraft für eine Zeit unwirksam macht, und gleichsam consumirt, so consumiren auch die Reize und bewirken insofern, wenn sie nicht integriren, wie die allgemeinen Lebensreize, jedesmal einen Nachlass der hervorgerufenen Thätigkeit, auch wenn sie fortfahren einzuwirken. Hierdurch entsteht das Periodische mancher Lebenserscheinungen. Ein contractiles Organ, welches eine mechanisch oder chemisch reizende Materie enthält, zieht sich zusammen. Durch diesen Act wird der contractile Theil unfähig, sich in dem nächsten Momente gleich stark zusammenzuziehen; aber die Erregbarkeit entsteht allmählig wieder, und der fortdauernde Reiz wird wieder wirksam. So können sich die Zusammenziehungen von Zeit zu Zeit wiederholen. Wir sehen dieses Schwanken in den Undulationen der Iris bei gleichbleibendem Lichteinflusse, in den periodischen Zusammenziehungen des Mastdarmes, der Gedärme, des Magens, des Herzens, des Uterus, der Harnblase, der Muskeln, welche die Contenta der Harnröhre bei dem Coitus austreiben. Der Reiz zur Zusammenziehung ist hier oft äusserlich, ein Contentum, wie der Harn, die Excremente u. s. w. Er scheint aber auch oft innerlich z. B. durch die Nerven zuzuströmen, während die Contraction doch periodisch ist, wie z. B. beim Herzen. Denn wenn auch das Herz durch seine Zusammenziehung abwechselnd Blut austreibt, und zugleich von der andern Seite Blut empfangen muss, und dieser Reiz des Blutes das Herz zu periodischen Contractionen veranlassen muss, so ist doch das Contentum des Herzens nicht die einzige und erste Ursache der rhythmischen Contraction des Herzens; denn das Herz zieht sich auch ausgeschnitten noch lange, besonders bei Amphibien, im blutleeren Zustande rhythmisch zusammen, und es scheint nicht, dass bloss die Luft hier den Reiz ersetze, sondern dass ein innerer, von der Wechselwirkung der Muskelfasern und der Nerven bedingter Reiz stattfinde, der periodisch wirkt oder auf den das Organ nur periodisch rückwirken kann.

Reize, welche zu häufig fortgesetzt werden, stumpfen die Organe ab und machen sie für lange unfähig für diese Reize. Hieraus ist ein Theil der Erscheinungen erklärlich, welche die Gewöhnung an einen Gegenstand darbietet, obgleich viele Dinge, an welche man sich gewöhnt, nicht bloss Anfangs Reizerscheinungen, sondern auch qualitative dauernde Veränderungen durch Aenderung der Zusammensetzung bewirken, woraus allein schon das Unwirksamwerden dieser Reize erklärlich ist.

Da die grosse Menge auf den Organismus einwirkender Agentien und Stoffe je nach ihrer Natur und Zusammensetzung die Zusammensetzung der organischen Theile auf die mannichfaltigste und im Einzelnen nicht zu bestimmende Art abändern können, so ist es nicht möglich, die Arzneimittel nach der Art ihrer Wirkungen unter allgemeine passende Gesichtspunkte zu bringen; diess ist die schadhafte Seite der Medicin. Die besten Schriftsteller über diese Materie haben noch viel zu viel mit nicht existirenden und bloss gedachten Factoren und Polaritäten, unfruchtbaren Formeln in unserer Wissenschaft zu thun. Doch kann es im Allgemeinen nur vorzüglich drei Arten dieser Einwirkung geben.

1) *Reizmittel.* Die wahren und wichtigsten Reizmittel sind die Lebensbedingungen selbst, die Lebensreize, durch deren beständige Einwirkang auf die von der organischen Kraft beseelten Theile das Leben allein sich äussert, und die organische Kraft sich vermehrt, ein gewisser Grad Wärme, atmosphärische Luft, Wasser, Nahrungsstoffe, die schon organisirt waren, von Pflänzen oder Thieren. Diese Einflüsse verändern nicht bloss die Zusammensetzung der organischen Theile, und reizen nicht bloss durch Veränderung des Gleichgewichtes, sondern gehen auf eine für das Leben unentbehrliche Weise integrirend in die Zusammensetzung der Organe ein. Nach einer Krankheit sind diese beständigen Einflüsse, welche, indem sie reizen, keine Erschöpfung zulassen, auch die wahren und allein hinreichenden Mittel zur Erholung der Kräfte. Ausser diesen Einflüssen giebt es noch viele andere, welche nach dem vorher aufgestellten Begriffe von Reiz auch Reactionen hervorbringen, aber nicht unbedingt und überhaupt nicht alle integriren, sondern welche grossentheils, ausser dass sie Symptome, Erscheinungen hervorbringen, gar keinen belebenden Einfluss auf die organischen Körper, vielmehr im Maasse der materiellen Veränderung, die sie bedingen, sogar sehr nachtheilige Folgen haben. Die Verwechselung aller Einflüsse, nach welchen nur das Gleichgewicht in dem Organismus sich herstellt, und welche dadurch Erscheinungen bewirken, mit solchen Einflüssen, welche zur Erhaltung des Lebens unbedingt nöthig sind und integriren, hat in der Medicin unendlichen Nachtheil gehabt und vielen Menschen das Leben gekostet, indem man hierdurch zu dem falschen Begriffe gelangt ist, dass, weil gewisse Reize das Leben gleich der Flamme anfachen, Reizen überhaupt zum Leben nothwendig sey. Unter der Menge der Einflüsse ausser den allgemeinen Lebensreizen giebt es nun wieder solche, welche bedingt unter gewissen Umständen auch einen den allgemeinen Lebensreizen ähnlichen localen, belebenden und stärkenden Einfluss haben, indem sie nämlich durch ihren ponderabel und imponderabel materiellen Einfluss die Zusammensetzung eines Organes integriren oder so verändern, dass die Wiedererzeugung aus den allgemeinen Lebensreizen leichter wird. Alles dieses ist aber durch den Zustand des kranken Organes bedingt, und die Fälle, in welchen solche im Rufe der Belebung und Stärkung stehende Arzneien diess wirklich thun, sind ungemein selten. Dagegen schon Mancher mit einem Quark von

Mitteln, welche unter den vorhandenen Umständen oder überhaupt wohl reizen, aber nur einen Aufruhr erregen, nicht stärken, zu Tode gereizt worden ist. Die zu den bedingt belebenden Stoffen gehörigen Arzneien wirken durch ihre Zusammensetzung auch vorzugsweise auf Organe von verschiedener organischer Zusammensetzung belebend ein, und bilden natürliche Gruppen je nach ihrer vorzugsweisen Wirkung auf das Nervensystem oder auf die Organe, welche der Umwandlung des Blutes bestimmt sind, u. s. w. Mehrere Einflüsse dieser Art sind imponderable Materien, wie die Electricität. Die Electricität hat man mit Erfolg in Lähmungen angewandt. Die Wärme, derjenige Einfluss, der bei der Entwickelung des Embryo schon nothwendig ist, hat aber auch noch einen eminenten Einfluss auf Belebung, wenn andere Mittel fruchtlos sind, z. B. in den Krankheiten der Nerven und des Rückenmarkes, Lähmungen, Neuralgia dorsalis, und anfangender Tabes dorsalis, wenn die Application der Wärme z. B. in Form von Moxen geschieht und oft wiederholt wird (auch wohl eine neue Moxa auf das wuchernde Fleisch der alten Stelle), wobei freilich das Setzen nur einer Moxa Spielerei ist. Einen viel nachhaltigern Eindruck belebender Wärme, besser als Moxa und Glüheisen, bewirkt das anhaltende schmerzhafte Erhitzen eines kranken Theiles durch eine nahe gehaltene brennende Kerze, wobei man die wohlthätige Wirkung einer schmerzhaften Erhitzung ohne Brandbildung und spätere Eiterung hat, die hierbei oft von keinem Nutzen ist, und wobei man zugleich die Wirkung lange unterhalten kann, während sie bei der Moxa und dem Glüheisen kurz und vorübergehend ist. Wie die Wärme in diesen Fällen wirkt, ist unklar; die Moxen wirken in Krankheiten des Rückenmarkes nur in der Nähe dieses Organes selbst, während doch allenthalben Schmerz erregt werden kann.

Der mechanische Einfluss ist in den Frictionen bedingt belebender Reiz, wahrscheinlich, indem dadurch gelinde chemische Umwandlungen in der Zusammensetzung der Theile bewirkt werden, wodurch die Affinität der Theile zu den allgemeinen Lebensreizen, die im Organismus selbst sind, zunimmt.

Auf der andern Seite können alle Mittel dieser Art, sowohl Arzneien als die höheren Wärmegrade, wie in der Verbrennung, die Electricität, der mechanische Einfluss, als Druck, Quetschung, in einem hohen Grade ihrer Einwirkung gerade das Gegentheil der Belebung hervorbringen, indem sie dann die Materie so gewaltsam verändern, dass die zum Leben nöthigen Zusammensetzungen nicht erhalten werden; deswegen sind die hier berührten Einflüsse specielle, bedingt belebende Einflüsse. Sie beleben unter gewissen Umständen, indem ihre Wirkung in der organischen Materie die natürliche Zusammensetzung der Theile befördert. Daher kann man sie homogene Reize nennen, wenn man alle übrigen Reize, welche die natürliche Zusammensetzung und so den Zustand der Kräfte nur stören, heterogene Reize nennen kann, die von keinem belebenden, sondern nachtheiligem Einfluss für das Leben sind. Man bedenke aber nur, dass jedes homogene Reizmittel durch Anwendung unter unpassenden Umständen

zum heterogenen Reizmittel wird, d. h. zu einem solchen, welches bloss den Zustand der Kräfte und die natürliche Zusammensetzung stört. Nach diesen Erklärungen zerfallen die reizenden Einflüsse also 1. in allgemeine Lebensreize, 2. specielle Reize, a. homogene, b. heterogene. Ich erwähnte schon, dass nach Dutrochet die wahren Erregungsmittel so wirken sollen, dass sie die Bindung des Sauerstoffes mit der organischen Materie befördern und beschleunigen. Vielleicht beruht die reizende chemische und dynamische Wirkung mancher Reizmittel wenigstens darauf, dass sie die Affinität zwischen dem durch das Athmen zum Reizmittel gewordenen Blute und der organischen Substanz befördern, und die materiellen Umwandlungen in der organischen Materie durch dieses Princip im Blute verstärken und beschleunigen.

In Fällen, wo die Lebenskraft schnell abnimmt, verlässt uns übrigens der ganze Apparat unserer reizenden Arzneien, wovon ein grosser Theil ohnehin nur einen Aufruhr macht, ohne zu stärken.

2. *Alterantien.* Eine grosse Menge von Stoffen werden in der Arzneikunde darum von grosser Wichtigkeit, weil sie eine solche chemische Umwandlung in der organischen Materie erzeugen, wodurch die Materie nicht etwa unmittelbar integrirt wird und an Kraft gewinnt, sondern ein in der Zusammensetzung der Materie befindliches materielles Hinderniss zu gesunden Actionen oder ein Reiz zu kranken Actionen entfernt wird, oder die Organe so chemisch verändert werden, dass sie von einem krankhaften Reiz nicht mehr afficirt werden; oder weil die Materie so verändert wird, dass gewisse zu fürchtende materielle Veränderungen und Zersetzungen nicht mehr möglich werden (wie bei dem entzündungswidrigen Verfahren); oder endlich weil sie die Beschaffenheit der Nahrungssäfte verändern. Eine grosse Menge wichtiger Mittel gehören unter die *Alterantien.* Der Arzt kann damit keine krankhaft zusammengesetzten Organe chemisch zu gesunden machen, sondern nur durch eine gelinde chemische Umwandlung den Antrieb geben, dass die Natur selbst durch die unerschöpfte Quelle der beständigen Wiedererzeugung die natürliche Zusammensetzung wiederherstellt. Diese Mittel bieten wieder den Hauptunterschied dar, ob sie in dieser Art mehr auf das Nervensystem oder auf die übrigen vom Nervensystem abhängigen Organe wirken. In der ersten Hinsicht sind die wichtigsten Alterantien die sogenannten Narcotica, in letzterer die grosse Menge jener Arzneimittel, die auf die Veränderungen der Materie in den übrigen Organen wirken. Auch diese Mittel werden mittelbar, indem sie die Hindernisse zur Heilung entfernen, zu belebenden Reizen, so wie ihre Anwendung selbst auch durch Veränderungen des Gleichgewichtes Reizungssymptome bewirken kann. Werden diese Mittel unangemessen angewandt, so wirken sie entweder als heterogene Reize nachtheilig oder indem sie schnell zersetzen, mit der Zersetzung die organische Kraft aufheben, wie die Narcotica. Da nun aber alterirende Mittel ganz verschieden nach ihrer Zusammensetzung in die Zusammensetzung der Organe eingreifen, so kann ein Stoff seine Wirkung durch Sättigung verlieren und keine Veränderungen mehr hervorbringen, während sie ein an-

derer noch hervorbringt. Eine grosse Menge der Fälle, welche zu den Erscheinungen der Angewöhnung gehören, sind hieher zu rechnen. Auch die Anwendung der Arzneien zeigt unzähligemal die Bestätigung davon. Die Organe haben durch ein chemisch die Zusammensetzung veränderndes, alterirendes Mittel eine solche Veränderung erlitten, dass dieser Stoff nicht mehr dieselbe Affinität von Seite des Organismus gegen sich vorfindet, während sie ein anderer Stoff noch haben kann. Auch imponderable Materien wirken auf diese Art alterirend: das Auge wird für die grüne Farbe, die es lange ansieht, immer unempfindlicher, das Grüne wird immer schmutziger und grauer. Zu dieser Zeit ist aber die Empfindlichkeit des Auges für Roth am grössten, dagegen langes Ansehen von Roth für Grün empfänglich macht. So mindert langes Betrachten eines gelben Feldes die Empfindlichkeit für Gelb, und steigert die für Violett und umgekehrt; langes Ansehen von Blau steigert die für Orange, und umgekehrt, während die lange fixirte Farbe selbst immer schmutziger gesehen wird.

III. *Zersetzende Mittel.* Hieher sind diejenigen Einflüsse zu rechnen, welche, ohne erst zu reizen oder eine unschädliche Alteration zu bewirken, sogleich die organisirten Theile zersetzen. Es gehören hieher theils Einflüsse, welche im gelinden Grade der Einwirkung reizend, aber durch stärkere Einwirkung den Zustand der Kräfte zu wesentlich stören, wie Wärme, Electricität u. s. w., theils *Alterantia*, die im höhern Grade von Einwirkung die Zusammensetzung heftig verändern, indem sie mit einer Gewalt der Wirkung, Combinationen mit organischen Stoffen erzeugen, welcher die organische Kraft das Gleichgewicht nicht zu halten vermag, wie die *Alterantia narcotica* auf diese Art zu zersetzenden Stoffen werden, und die *Alterantia*, welche in die Bildung und Umwandlung der organischen Säfte eingreifen, z. B. *Antimonialia*, *Mercurialia*, Mineralsäuren, Alcalien bei dem heftigsten Grade ihrer Einwirkung im concentrirten Zustande eben so zersetzend werden. Die Reize können auf doppelte Art desorganisiren. Erstens können sie nur in einem gewissen Grade Reize seyn, bei höherem Grade der Einwirkung, statt selbst zu integriren, oder die Integration durch Erregung neuer Affinitäten zu befördern, sogleich die Zusammensetzung wesentlich verändern. Dann geht dem örtlichen oder allgemeinen Tode gar keine Reizung mehr voraus, sondern die Zersetzung erfolgt unmittelbar, wie bei dem Tode durch Electricität, Blitz u. s. w. Oder ein an sich bedingter Weise integrirender Reiz setzt ein Organ zu lange in Thätigkeit, so dass nach den Gesetzen der Erregung in einer gewissen Zeit mehr Kraft unwirksam wird, als in eben so viel Zeit Ruhe wieder wirksam werden kann. Dieses nennt man Ueberreizen. Ein Organ wird dabei fortdauernd schwächer, wie bei der Ueberreizung des Auges durch das Licht. Die Arzneikunde macht von zersetzender Wirkung der Stoffe nur Gebrauch, wenn sie wirklich zerstören will.

John Brown, als er in den *Elementa medicinae* durch Entdekkung einiger Gesetze der Reizbarkeit den ersten Schimmer eines

wissenschaftlichen Systems der Medicin in einer noch rohen, für die Anwendung gefährlichen Gestalt gab, kannte so wenig als seine Nachfolger in der Erregungstheorie die durch die *Alterantien* verursachte Wirkung. Nach der Brown'schen Theorie giebt es keine Veränderung der erregbaren Kräfte ohne vorausgegangene Erregung, und die Erregbarkeit sollte mit dem Leben nur durch Ueberreizung erschöpft werden können. Die Brownianer mussten behaupten, überall, wo eine Einwirkung erschöpft, ging eine absolute Ueberreizung voraus. Sie führten als Beweise für diese Behauptung an, dass gewisse Stoffe, die in geringem Maasse angewandt einigermaassen reizen, in grösserem Maasse eine ganz andere Wirkung, und im grössten Maasse Erschöpfung hervorbringen, wie z. B. Opium. Im letztern Falle, sagten sie, ist die Zeit der Reizung ausserordentlich klein und unmerklich. So erklärten sie auch die Wirkungen aller schnell schwächenden Einflüsse. Allein es giebt viele Stoffe, welche in kleinen Gaben schon schwächer diese zersetzenden Wirkungen hervorbringen, wie irrespirable Gasarten, das Viperngift u. s. w. Die Contrastimulisten Rasori, Borda, Brera, Tommasini haben diesen Fehlgriff von Brown und seinen Nachfolgern aufgegriffen, und die Stoffe, welche statt zu reizen, gleichsam das Gegentheil davon thun, nämlich die Fähigkeit gereizt zu werden vermindern, *Contrastimulantien* genannt, so dass sie ihre Arzneien in *Stimulantien* und *Contrastimulantien* eingetheilt haben; allein obgleich sie einen grossen Missgriff von Brown eingesehen, so haben sie doch die alterirende Wirkung so vieler Arzneimittel, die oben festgestellt worden ist, nicht erkannt.

Die Unterscheidungen von Brown beruhen auf einer ganz einseitigen Anwendung einiger wohlgegründeten *Facta* von der Reizbarkeit, und auf einer Vermengung der integrirenden Lebensbedingungen oder der Lebensreize, Wasser, atmosphärischer Luft, Nahrungsstoff, bestimmter Wärmegrade mit denjenigen Stoffen, welche nur die Reaction der organischen Kräfte und die gesunde Zusammensetzung verändern, und insofern reizen, ohne zu integriren. Ein narkotisches Mittel, d. h. ein *Alterans der Nerven*, kann von Anfang bis zuletzt Symptome hervorbringen; indem es die Zusammensetzung verändert, insofern wirkt es auf jene Grundeigenschaft der organischen Körper von aussen, nach inneren Gesetzen bestimmt, oder wenn man will, gereizt zu werden; aber dieser Reiz ist kein Reizmittel im therapeutischen Sinne, wo man darunter einen die Organe belebenden und ihre Zusammensetzung integrirenden Reiz versteht.

John Brown hat die Krankheiten in sthenische und asthenische eingetheilt. In den ersteren sollte die Lebenskraft vermehrt, in den letzteren vermindert seyn. Indessen ist die Krankheit, worin die Lebenskraft vermehrt ist, ein Widerspruch, und es giebt nur unendlich viele locale oder allgemeine Fehler in der Zusammensetzung der organisirten Theile, wobei die allgemeinen Kräfte bald gleich von Anfang darniederliegen, oder im Anfange vorhanden, später abnehmen; daher ist die naturhistorische Eintheilung der Krankheiten nach den afficirten Organsystemen und

nach den naturhistorischen Krankheitsbildern die zweckmässigste. Man hat immer gern die Entzündung als eine Krankheit mit vermehrter Lebenskraft angesehen; die Entzündung ist eine Krankheit, wobei gewisse Erscheinungen verstärkt sind, wie die Wärme; die Menge des Blutes in den kleinsten Gefässen ist grösser; andere Erscheinungen verändert sie, während die Function eines Organes darniederliegt und die Empfindungen eine heftige Verletzung anzeigen. Durch eine Entzündungsursache entsteht eine chemische Veränderung in der Zusammensetzung eines Organes, wir bringen sie auf diese Art durch chemische Agentien hervor. Hiedurch kann eine chemische Affinität, eine Anziehung zwischen dem Blut und der chemisch veränderten Substanz eines Organes entstehen. Diese Affinität kann grösser als im gesunden Zustande zwischen dem belebten Theile und dem Blute seyn. Ob nun aber diese verstärkte Affinität zwischen Substanz und Blut in der Entzündung bloss eine Verstärkung der natürlichen organischen Anziehung ist, wie sie sich in gewissen gesunden Phänomenen wirklich verstärkt, wie in allen Phänomenen der Turgescenz, oder ob diese Affinität wirklich verschieden ist von der lebendigen Anziehung, und mehr eine neu entstandene chemische Affinität zwischen der zersetzten Substanz und dem Blute ist, ist nicht mit Sicherheit auszumachen. Wenn aber auch diese vermehrte Affinität zwischen Blut und Substanz wirklich eine Verstärkung der beständigen Wechselwirkung zwischen Blut und Substanz wäre, so ist die Entzündung doch noch keine Krankheit mit vermehrter Lebenskraft, denn die Erscheinungen der Entzündung entstehen eben sowohl von den vorhandenen Streben zur Zersetzung, verursacht durch chemische Veränderung, als von der Reaction der organischen Theile gegen diese Zersetzung.

Die innige Wechselwirkung aller Theile des Organismus, besonders durch Vermittelung des Nervensystems, bewirkt in dem thierischen Körper eine Art Statik der Kräfte, wo eines alle übrigen bestimmt; auch eine auf einen Theil wirkende Krankheitsursache, indem sie Veränderungen ponderabler und imponderabler Materien bewirkt, wirkt durch eine Kette von Veränderungen oft bis in entfernte Theile, welche für diesen Krankheitseinfluss gerade am empfänglichsten sind. Nicht allein, dass die Entziehung von Stoffen an einem Orte die Anhäufung von ähnlichen oder unähnlichen Stoffen an einem andern Ort verhindert, worauf die Anwendung der Ausleerungen in anderen Orten als dem leidenden beruhet. Die Vermehrung der organischen Thätigkeit in einem Organ erregt viele andere Theile; so steht die Vermehrung der organischen Thätigkeit in den Genitalien im Zusammenhang mit der Wiedererzeugung des Geweihes bei den Hirschen, mit der Veränderung vieler Organe bei dem Menschen, Veränderungen, welche dort wie hier die Castration aufhebt. Auch die integrirende Reizung eines Theiles wirkt belebend auf das Ganze zurück, namentlich von der Haut auf die Centralorgane des Nervensystems durch die Nerven, wie man denn mit Erfolg Frictionen und andere Hautreize zur Wiederbelebung anwendet.

## IV. Ueber die den unorganischen und organischen Körpern gemeinsamen Wirkungen.

Die organischen Körper theilen die allgemeinen Eigenschaften der ponderabeln Materie. Die Mechanik, Statik, Hydraulik finden auch hier ihre Anwendung. Mehrere Eigenschaften, welche organische Materien mit unorganischen gemein haben können, wie Cohärenz, Elasticität, u. s. w. entstehen aber nur unter dem fortwährenden Wirken der organischen Kraft zur Erzeugung einer gewissen Mischung, wie die elastische Arterienhaut ihre Elasticität einige Zeit nach dem Tode verliert. Dann ist die Anwendung der Mechanik, Statik, Hydraulik auf die organische Physik deswegen beschränkt, weil die organischen Ursachen der Bewegung hier am meisten interessiren. Auch die imponderablen Materien, Electricität, Wärme, Licht, kommen in den organischen Körpern zur Erscheinung. Mit diesen Wirkungen werden wir uns jetzt besonders beschäftigen.

### I. Entwickelung von Electricität.

Frictionselectricität kann bekanntlich vorzüglich an vielen Körpern organischen Ursprungs entwickelt werden; die galvanische oder Berührungs-Electricität entsteht nicht bloss durch Contact von heterogenen Metallen; viele andere Materien (besonders Kohle, auch Graphit) können nach den Untersuchungen von A. v. Humboldt und Pfaff die electromotorischen Metalle ersetzen, und selbst verschiedene thierische Theile wirken in leitender Verbindung in schwächerm Grade ähnlich verschiedenen Metallen. Es würde daher eine ganz falsche Vorstellung seyn, wenn man in den Eigenschaften der verschiedenen Metalle allein die Ursachen der galvanischen Electricität suchen wollte. Seebeck hat entdeckt, dass sogar homogene Metallstangen von verschiedener Temperatur an einander gelegt, galvanisch werden, dass eine einfache Metallstange an beiden Enden verschieden erwärmt, galvanische Electricität erzeugt; so dass Heterogeneität der Theile beim Contacte durch Spannung der in allen Körpern vorhandenen electrischen Materie, in + E und — E, oder Veränderung des Gleichgewichtes in der electrischen Materie und leitende Verbindung die allgemeinsten Bedingungen zur Erzeugung des Galvanismus zu seyn scheinen. Unter diesen Umständen werden auch galvanische Erscheinungen an thierischen Theilen beobachtet. A. v. Humboldt entdeckte, was ich öfter bestätigt gefunden habe, dass schwache Zuckungen in einem Froschschenkel erfolgen, wenn man die Nerven und Muskel mit einem frischen Stück Muskelfleisch zugleich berührt. Diese Erscheinung gehört zwar zu den seltneren der galvanischen Versuche, ich kann jedoch ihre Richtigkeit bestätigen. Buntzen baute sogar eine schwache galvanische Säule von abwechselnden Lagen von Muskelfleisch und Nerven. Nach Prevost und Dumas wirkt schon eine Kette von homogenem Metall, frischem

Muskelfleisch und Salzwasser oder Blut auf das Galvanometer. Wenn man an die Conductoren dès Galvanometers Platten von Platina befestigt und an die eine ein Stück Muskelfleisch von einigen Unzen bringt und die Conductoren in Blut oder eine Salzlösung taucht, entsteht eine Deviation der Magnetnadel des Instrumentes. Eben so wenn man an einen Conductor ein mit salzsaurem Antimon oder Salpetersäure befeuchtetes Stück Platina, an den andern Conductor ein Fragment von Nerve, Muskel oder Gehirn bringt und beide berührt. Magendie *Journal de Physiol. T.* 3. Kaemtz (Schweigg. *Journ.* 56. 1.) hat ferner gezeigt, dass sich wirksame trockne Säulen auch aus organischen Körpern ohne alle Mitwirkung metallischer Körper errichten lassen. Concentrirte Lösungen von organischen Körpern wurden auf dünnes Papier aufgetragen und aus Scheiben dieses Papiers Säulen aufgebaut, so dass zwei ungleichartige Schichten durch zwei Papierdicken getrennt waren; die Electricität dieser Säulen ward an einem Bohnenbergerschen Electrometer geprüft. So zeigten sich

| positiv | | negativ |
|---|---|---|
| Natron | gegen | Hammeltalg. |
| Hefen | — | Rohrzucker. |
| Hefen | — | Kochsalz. |
| Hefen | — | Milchzucker. |
| Leinöl | — | Zucker. |
| Leinöl | — | weisses Wachs. |
| Stärkemehl | — | Gummi. |
| Gummi | — | Salep. |
| Gummi | — | Traganthschleim. |
| Gummi | — | Bärlappsamen. |
| Eiweiss | — | Gummi. |
| Eiweiss | — | Ochsenblut. |
| Ochsenblut | — | Belladonnenextract. |
| Ochsenblut | — | Stärkemehl. |

Die electrischen Fische sind nach diesen Prämissen weniger wunderbar, obgleich ihre Entladungskraft nur während des Lebens und bei ungestörtem Nerveneinfluss statt findet. Die bekanntesten electrischen Fische sind der Zitterrochen, Torpedo, wovon T. marmorata und T. ocellata in den südlichen europäischen Meeren vorkommen, der Zitteraal, Gymnotus electricus, in mehreren Flüssen von Südamerika, der Zitterwels, Silurus electricus seu Malapterurus electricus, im Nil und im Senegal. Weniger bekannt sind Rhinobatus electricus, Trichiurus electricus und Tetrodon electricus. Zur Kenntniss der electrischen Fische haben am meisten Walsh, Fahlenberg, Gay-Lussac und v. Humboldt beigetragen. Die electrischen Organe der Zitterrochen liegen zu beiden Seiten des Kopfes und der Kiemen, und bestehen aus neben einander stehenden 5—6seitigen Prismen, welche die ganze Dicke des Fisches an jenen Stellen einnehmen. Jedes Prisma bildet eine mit Nerven und Gefässen umgebene Röhre mit dünnhäutigen Wänden, in der eine grosse Menge (150) überaus dünner, parallel auf einander geschichteter Querplatten mit einer zwischen allen verbreiteten gallertartigen Flüssigkeit liegen. Zu diesen Organen gehen jederseits drei

starke Nerven, vom N. vagus, welche vorher Zweige den Kiemen abgeben. Auch ein Ast vom N. quintus verbreitet sich in den vordern Theil des Organes. Hunter *Philos. transact.* 1773. *p.* 2. *tab.* 20. Die Organe des Zitteraals und Zitterwelses liegen nach Rudolphi's genauen Untersuchungen zu beiden Seiten vom Kopf bis zum Schwanz und sind jederseits doppelt, ein oberflächliches und tieferes; beide sind durch eine Scheidewand, bei *Gymnotus* seitlich auch von Muskeln getrennt. Bei *Gymnotus electricus* bestehen die Organe aus horizontalen, in der Länge des Fisches ausgespannten Häuten von $\frac{1}{3}$ Lin. Distanz, zwischen denen von innen nach aussen gerichtete, senkrechte Scheidewände sich befinden, in deren Zwischenräumen Flüssigkeit ist. Das kleinere tiefere Organ ist noch feiner getheilt. Die Nerven des Organes sind 224 Intercostalnerven, die an der innern Seite des Organes hinabgehen und sich in alle Lagen zertheilen, während feinere Enden der Intercostalnerven unter dem kleinen Organ an die Haut des Fisches gehen. Ein Nerve, der durch Zweige vom *N. quintus* und *N. vagus* zusammengesetzt wird, geht oberflächlich, ohne sich in dem Organe zu vertheilen, in die Rückenmuskeln. Rudolphi *in den Abhandlungen der Academie von Berlin* 1820 — 1821. *p.* 229. *tab. I. II.*

Bei dem Zitterwels giebt es, wie Rudolphi gezeigt hat, auch jederseits zwei electrische Organe, die ich nach Rudolphi und nach eigener Anschauung dieser Theile beschreibe. Beide sind durch eine aponeurotische Haut getrennt, das äussere liegt oberflächlich unter dem *corium*, das innere über der Muskelschicht, die Nerven des äusseren kommen vom *N. vagus*, der unter der *aponeurosis intermedia* hergeht, aber diese mit seinen Zweigen durchbohrt, um in das äussere Organ zu gehen; die Nerven des innern Organes kommen von den Intercostalnerven und sind äusserst fein. Das äussere Organ besteht aus sehr kleinen rautenförmigen Zellen, die man mit der Loupe betrachten muss, das innere scheint auch aus Zellen zu bestehen. Rudolphi nennt die Substanz des innern Organes flockig. Rudolphi *in Abhandlungen der Academie zu Berlin* 1824.

Die Wirkungen der electrischen Fische auf thierische Wesen gleichen ganz den electrischen Entladungen. Die Erschütterung des Zitterrochens reicht bei der Berührung mit der Hand bis zum Oberarme, die Zitteraale vermögen dagegen selbst Pferde zu bekämpfen und zu schwächen, was A. v. Humboldt so schön in seinen *Ansichten der Natur* beschrieben hat. Es steht fest, dass sowohl beim Zitterrochen als beim Zitteraal, welche bisher allein in Hinsicht der Wirkungen näher untersucht sind, die Isolatoren der Electricität die electrische Kraft der Organe aufhalten, und die Conductoren, wie Metall, Wasser, sie leiten, dass sich die Entladung durch eine Kette von Personen fortpflanzt, wenn die äussersten Glieder den Fisch berühren. Walch hat sogar beim Zitteraal electrische Funken entlockt, indem er den Schlag durch einen auf eine Glasscheibe geklebten und in der Mitte durchschnittenen Staniolstreifen leitete; er sah mit Pringle, Magellan und Ingenhouss den Funken von der einen Hälfte des

Streifens zur andern überspringen. *Journ. de phys.* 1776. *Oct.* 331. Fahlenberg hat diesen Versuch mit gleichem Erfolge wiederholt, indem der Fisch sich in der Luft befand. *Vetensk. Acad. nya handling.* 1801. 2. *p.* 122. Allein nie ist weder früher, noch bei den neueren Versuchen von Humboldt und Bonpland am Zitteraal, von Humboldt, Gay-Lussac und Davy am Zitterrochen die geringste Reaction auf das *Electrometer* bemerkt worden. Die Kraft der Entladung ist überdiess ganz willkührlich und an die Integrität der Nerven jener Organe geknüpft. Man kann den electrischen Fischen das Herz ausschneiden, und sie können noch lange Schläge austheilen, aber mit der Zerstörung des Gehirns oder Durchschneidung jener Nerven hört das Vermögen der Entladung auf; die Zerstörung des electrischen Organes einer Seite hebt die Wirkung des andern nicht auf. Auch ist es von allen Beobachtern anerkannt, dass die Entladung nicht bei jeder Berührung erfolgt, sondern von der Willkühr des Fisches abhängt, so dass man ihn oft erst reizen muss, oder dass, wenn v. Humboldt und Bonpland den Fisch an Kopf und Schwanz anfassten, nicht immer sogleich der Schlag erfolgte und auch nicht immer beide den Schlag erhielten. Hieraus scheint hervorzugehen, dass die electrischen Fische selbst die Richtung der Entladung bestimmen können. Zuweilen sträubt sich das Thier bei Quälereien, ohne Schläge zu ertheilen. Die Schläge scheint es selbst kaum zu empfinden. Beim Zitteraal bemerkt man bei der Erschütterung gar keine Bewegung, beim Zitterrochen nur eine geringe Bewegung der Brustflossen; dagegen sind die electrischen Fische in Wunden für den künstlichen galvanischen Reiz vollkommen sensibel. Anderseits erleiden Zitteraale, indem sie den Schlag eines andern leiten, keine krampfhaften Bewegungen, wie v. Humboldt gesehen.

Der electrische Schlag wird fühlbar, wenn das Thier zu dessen Ertheilung geneigt ist, sey es nun, dass man mit einem einzelnen Finger nur eine einzige Oberfläche der Organe berühre, oder dass man mit beiden Händen seine beiden Oberflächen oben und unten anfasse. In beiden Fällen ist es gleichgültig, ob die Person, welche den Fisch berührt, isolirt sey oder nicht. v. Humboldt. In vielen Punkten stimmen nun Zitterrochen und Zitteraal überein, in einigen weichen sie ab. Gay-Lussac und v. Humboldt haben darüber sehr schöne Aufschlüsse gegeben. Wenn eine Person den Zitterrochen mit einem einzigen Finger berührt, so erfolgt die Entladung, die Person mag isolirt seyn oder nicht. Wenn sie aber isolirt ist, so muss die Berührung unmittelbar seyn. Man berührt den Zitterrochen mit Metall ohne Erfolg, während der Zitteraal seine Stösse durch das Mittel eines mehrere Fuss langen Eisenstabes ertheilt. Wird ein Zitterrochen auf eine ganz dünne Metallscheibe gelegt, so fühlt die Hand, welche die Scheibe hält, niemals eine Erschütterung, wenn gleich eine zweite isolirte Person das Thier reizt, und obschon die krampfhaften Bewegungen der Brustflossen sehr starke Entladungen darthun. Wird hingegen der auf der Metallscheibe liegende Zitterrochen, wie vorher, von Jemand mit der einen Hand gehalten,

mit der andern Hand an der obern Fläche berührt, so wird alsdann eine kräftige Erschütterung in beiden Armen verspürt. Die Empfindung ist die nämliche, wofern der Fisch sich zwischen zwei Metallscheiben befindet, deren Ränder sich einander nicht berühren, und wenn alsdann beide Hände gleichzeitig an diese Scheiben gelegt werden. Wenn aber die Ränder beider Metallscheiben sich berühren, so hört jede Erschütterung auf, die Kette zwischen beiden Oberflächen des electrischen Organes wird alsdann durch die Scheiben gebildet, und die neue Verbindung, welche durch Berührung beider Hände mit den Scheiben zu Stande kommt, bleibt ohne Wirkung.

Ungeschwächte electrische Fische wirken gleich stark unter dem Wasser und in der Luft. Bilden mehrere Personen die Kette zwischen der obern und untern Fläche des Fisches, so wird die Erschütterung nur dann fühlbar, wenn jene Personen sich die Hände benetzt haben. Die Wirkung wird dagegen nicht unterbrochen, wenn zwei Personen, die mit ihren rechten Händen den Zitterrochen halten, statt sich mit der linken zu fassen, jede ein metallenes Stäbchen in einem auf einem isolirten Körper befindlichen Wassertropfen einsenken. Zuletzt muss noch Spallanzani's Beobachtung angeführt werden, dass der Zitterrochen seine erschütternde Kraft durch Abziehen der Haut verliert. Gay-Lussac et Humboldt, *ann. de chemie* 65. 15. A. v. Humboldt's Reise in die Aequinoctialgegenden des neuen Continents. 3. Theil. p. 295—324. Treviranus *Biol.* 5. 144—180.

John Davy hat gefunden, dass die electrischen Organe des Zitterrochens in der That auf das Galvanometer wirken, und dass die Oberflächen des electrischen Organes ein electrisch verschiedenes Verhalten haben. Poggendorf's *Annalen.* 1834.

Die electrischen Erscheinungen der electromotorischen Fische sind durch besondere Apparate bewerkstelligt. Ob aber sonst im Thierreich und beim Menschen durch die gewöhnlichen organischen Thätigkeiten sich Electricität entwickele, ist eine andere Frage. Electrische Materie ist im Zustande des Gleichgewichtes von +E —E in allen Körpern und lässt sich durch Contact auch in den lebenden Fröschen in +E und —E trennen, d. h. zur Erscheinung bringen. Im Frühjahre vor der Begattung besitzen die Frösche eine ausserordentliche Reizbarkeit für das galvanische Fluidum und dann, aber auch nur dann erhält man folgende von mir beobachtete Phänomene. Man nehme einen auf die gewöhnliche Weise präparirten Froschschenkel, lege ihn auf eine Glasplatte. Wenn man in die eine Hand eine Zinkplatte nimmt und mit dieser Platte den Nerven berührt, während ein Finger der andern Hand den Froschschenkel berührt, so entsteht jedesmal eine starke Zukkung; mit einer Kupferplatte geht es auch, aber schwächer. Legte ich den Nerven des Schenkels auf eine Zinkplatte und verband Nerven und Schenkelmuskeln durch ein Stück von einem Frosch, so entstand jedesmal auch eine Zuckung. Diess geschah sogar, wenn die Zinkplatte, worauf der Nerve der Schenkelmuskeln lag, der Oberfläche des Schenkels genähert wurde. Endlich bewirkte ich an einem blossen Unterschenkel mit heraushängendem Stamm des

Schenkelnerven selbst Zuckung, wenn ich den Nerven mit einem isolirenden Stäbchen dem Unterschenkel näherte und mit dem Nerven die nasse Oberhaut des Unterschenkels berührte. Auch erfolgte eine Zuckung, wenn ich den Nerven vom Unterschenkel wieder abzog. Dieser Versuch, der auch v. Humboldt schon einmal in anderer Art gelang, ist äusserst merkwürdig, und der einfachste galvanische Versuch, den man an einem Frosche machen kann. Es ist gar kein Metall dazu nothwendig; der Unterschenkel mit heraushängendem Schenkelnerven muss aber auf einer Glasplatte liegen. Man hebt den Nerven auf einem Federkiel sanft auf und berührt mit dem Nerven nur den Unterschenkel, den Nerven zurückbeugend, so erfolgt zuweilen eine Zuckung. Complicirter ist der von mir angestellte Versuch, dass man zwischen dem Nerven des präparirten Froschschenkels und dem Unterschenkel die Kette schliesst durch zwei lebende Frösche oder zwei Froschbeine; ja selbst Stücke von einem todten faulenden Frosche sind zur Schliessung der Kette hinreichend. Legt man den Schenkelnerven, der am Unterschenkel heraushängt, in ein Schälchen mit Blut oder mit Wasser (gleichviel) und verbindet das Wasser und die Oberschenkelmuskeln mit einem Kupferdraht, so entsteht auch wieder eine Zuckung, eben so gut, wie wenn man den Nerven selbst und den Oberschenkel durch einen Kupferdraht oder durch ein Stück frisches oder faules Muskelfleisch verbindet. Als ich zuerst die Zuckung gesehen hatte, wenn ich mit meinem eigenen Körper die Kette zwischen dem auf einer Zinkplatte liegenden Nerven und dem Unterschenkel schloss, glaubte ich, dass die Electricität meines eigenen Körpers dieses Phänomen bewirke; davon kam ich aber sogleich zurück, als ich sah, dass ein todter Frosch, ein Stück faules Muskelfleisch dasselbe that, und als ich mit Kupferdraht und Wasser die Kette zwischen *Nerv. ischiadicus* und Oberschenkelmuskeln schliessend, schon eine Zuckung bewirkte. Endlich beweist der Versuch, wo ich (fast wie v. Humboldt) durch blosses Umbeugen des Nerven gegen den noch mit der Oberhaut versehenen Unterschenkel Zuckung bewirkte, ohne Zwischenstück von Metall oder Muskelfleisch, dass zum einfachsten electrischen Phänomen an Fröschen und Theilen eines Frosches bloss gegenseitige Berührung des anderseits organisch zusammenhängenden Nerven und Muskels nöthig ist, und dass das Phänomen durch Zwischenglieder von Metall, Muskelstücken (faul oder frisch), nur verstärkt wird. Entweder entsteht nun in den lebenden Körpern freie Electricität durch den Lebensprocess, die nach ihrer Vertheilung beim Contact gewisser Theile überströmt und Zuckungen hervorruft, oder es entsteht bloss durch die chemische Heterogenität von Nerven und Muskeln eine electrische Spannung, welche bei der kettenartigen Verbindung ins Gleichgewicht gesetzt wird und die Zuckung bewirkt. Alle die beschriebenen Phänomene gelingen nur vor der Begattungszeit, entweder wegen grösserer Reizbarkeit oder wegen wirklich stärkerer Electricitätsanhäufung.

Aus allen vorher angeführten Beobachtungen geht nun hervor, dass die in den thierischen Körpern im Tode wie im Leben der Thiere, gleichwie in allen andern Körpern, befindliche electri-

sche Materie unter gewissen Umständen in Spannung tritt oder in +E und —E zerlegt wird. Die Entladung entsteht am Froschschenkel sogleich bei der Schliessung der Kette zwischen den verschieden geladenen Muskeln und Nerven. Der Froschschenkel ist aber in diesem Fall selbst das feinste Electrometer, indem die in ihm selbst entwickelte Electricität auch die Zuckung desselben bewirkt. Ob die verschiedene electrische Ladung von einerseits organisch verbundenen, anderseits äusserlich getrennten Muskeln und Nerven des Froschschenkels, eine Folge des Lebensprocesses ist, oder bloss eine hier wie überall durch die chemische Heterogenität der Stoffe bewirkte electrische Spannung der vorher ruhend vorhandenen electrischen Materie ist, und ob daher selbst ein todter Nerve und Muskel noch sich in diese electrische Spannung versetzen, lässt sich nicht ausmachen; denn der todte Froschschenkel zeigt wegen des Verlustes der Zusammenziehungskraft der Muskeln nicht mehr die electrische Spannung an, wenn sie auch in ihnen vorhanden wäre. Es ist über eine den Lebensprocess begleitende Electricitätserregung viel Fabelhaftes vorgebracht worden. Die Wahrheit ist, dass electrische Erscheinungen ohne Friction in thierischen Körpern nur sehr schwach sich äussern, obgleich die mannigfaltigen Stoffumwandlungen nicht ohne einige Electricitätsentwickelung vorgehen zu können scheinen. Das einzige, was man vom Menschen hierüber Thatsächliches hat, sind die Untersuchungen von Pfaff und Ahrens, Meckel's *Archiv* 3. 161. Die Versuche wurden mit einem Goldblattelectrometer angestellt, nachdem die Personen sich auf ein *Isolatorium* begeben. Die Collectorplatte des auf das Electrometer aufgeschraubten Condensators wurde von der Person berührt, die obere Platte desselben war mit dem Erdboden in leitender Verbindung. Die Resultate sind:

1. In der Regel ist die eigenthümliche Electricität des Menschen im gesunden Zustande positiv.

2. Selten übersteigt sie an Intensität die Electricität, welche das mit dem Erdboden in leitender Verbindung stehende Kupfer mit dem Zink hervorbringt.

3. Reizbare Menschen von sanguinischem Temperament haben mehr freie E. als träge von phlegmatischem Temperament.

4. Des Abends ist die Menge der Electricität grösser als zu den anderen Tageszeiten.

5. Geistige Getränke vermehren die Menge der Electricität.

6. Die Weiber sind öfter als die Männer negativ electrisch, doch ohne bestimmte Regel. Gardini hatte zur Zeit der Menstruation wie auch während der Schwangerschaft negative E. gefunden.

7. Im Winter sehr durchkältete Körper zeigen erst keine Electricität, die aber allmählig mit der Erwärmung zum Vorschein kommt.

8. Auch der ganz nackte Körper, so wie jeder Theil des Körpers, zeigt dieselben Phänomene.

9. Während der Dauer rheumatischer Krankheiten scheint die E. auf 0 zu sinken und so wie die Krankheit weicht, wieder zum Vorschein zu kommen. v. Humboldt (*über die gereizte Muskel- und Nervenfaser. I. p. 159*) wollte gefunden haben, dass Rheu-

matische für den schwachen Strom der einfachen galvanischen Kette isolirend seyen.

Dass manche Lebensactionen durch Electricität erzeugt werden sollen, besonders die Nervenaction, und dass electrische Ströme im thierischen Körper circuliren, davon hat man viel gedichtet. Nichts dieser Art ist erwiesen. Person (Magendie *Journ. de Physiol.* 10. 216.) so wenig als ich haben je mit dem empfindlichsten Electrometer Strömungen in den Nerven wahrgenommen. Darüber werde ich ausführlicher bei den Nerven handeln. Pouillet glaubte bei der *Acupunctur* electrische Strömungen an den eingestochenen Nadeln zu erkennen, hat aber selbst seine Täuschung anerkannt. (Magendie *J. de Ph.* 5. *p.* 5.) Hatte er in einen gesunden oder kranken Theil eine Stahlnadel eingestochen und eine andere Nadel in den Mund genommen, und brachte er nun die Conductoren des Galvanometers mit beiden Nadeln in Verbindung, so bemerkte er mehrmals kurze Zeit nachher Schwankungen der Magnetnadel des Instrumentes, was ich bei Wiederholung des Versuchs nicht fand. Pouillet kam aber auf den Gedanken, dass die Electricität von der Oxydation der eingestochenen Nadeln herrühre, wie denn ein sehr empfindliches Galvanometer schon die Oxydation von Metall anzeigt. In der That trat keine Spur von Schwankung ein, als statt der Stahlnadeln Nadeln von Metall genommen wurden, das sich nicht leicht oxydirt, Gold, Platin, Silber. In jenem Fall kann auch die Schwankung der Nadel durch Thermoelectricität veranlasst seyn, insofern das eine Ende der Nadeln durch thierische Theile erwärmt war, weil nach Seebeck's Entdeckung schon eine einfache Metallstange durch verschiedene Erwärmung an beiden Enden galvanisch wird. Neulich hat Donni mittelst eines sehr empfindlichen Galvanometers wirklich eine electrische Reaction zwischen der äussern und innern Hautoberfläche entdeckt, welche er von dem alcalischen und sauren Verhalten der Secreta ableitet. *Ann. des sciences nat.* 1834. *Févr.* Mattenci hat bei einem Kaninchen, dessen Magen und Leber mit den Platinenden eines empfindlichen Galvanometers verbunden wurden, eine Abweichung von 15—20 gesehen. Dass diese Reaction nicht von der chemisch verschiedenen Natur der Secreta abhänge, schliesst er daraus, dass die Reaction nach dem Tode der Thiere sehr schwach war oder ganz aufhörte. An den Nerven selbst beobachtete Mattenci kein electrisches Verhalten; er fand aber auch, dass die Nerven, selbst wenn sie den Strom einer galvanischen Säule leiten, auf das Galvanometer nicht wirken. Hieraus sieht man ein, dass, wenn wirklich electrische Ströme in den Nerven vorhanden wären, sie durch das Galvanometer nicht leicht entdeckt werden können. Mattenci *L'institut Nr.* 75. Ueber die Electricität des aus der Ader gelassenen Blutes, der Galle, des Urins, hat Bellingeri (*experimenta in electricitatem sanguinis, urinae et bilis. Mem. d. A. d. Tor. V.* 81. Froriep's *Not.* 49. 177.) Versuche angestellt. Im entzündlichen Blut sey die Electricität vermindert. Längst abgelassenes Blut soll seine E. behalten. O wäre doch erst die freie Electricität des Bluts überhaupt erwiesen!

Prevost und Dumas sehen die microscopischen platten Blut-

körperchen mit Kern und Schale für galvanische Plattenpaare an, und Dutrochet sucht sogar zu beweisen, dass die Kerne electronegativ, die Schale electropositiv sey. Eine Hypothese, welche im Abschnitt vom Blut aus empirischen Untersuchungen entkräftet werden wird. Dutrochet glaubte Muskelfasern zu bilden, als er einen Tropfen von einer wässerigen Auflösung von Eiweiss mit den Drähten der Säule in Verbindung brachte. Es entstanden an den Polen Wellen, an dem Kupferpol eine durchsichtige, an dem Zinkpol eine trübe Welle, die gegen einander wuchsen und in der Berührungslinie eine gekräuselte Faser bildeten. Allein diese Faser ist nichts als geronnenes Eiweiss und die von ihm beobachtete Contraction dieser Faser ist nur die mit Bewegungen der sich berührenden Wellen verbundene Absetzung des Gerinnsels. Das gebildete Gerinnsel ist vollkommen ruhig.

Mehrere französische Gelehrten erklären mit der Electricität ohne alle Beweise im thierischen Körper Alles, und schlagen die Bahn ein, welche Hunter, Abernethy, unter uns Prochaska und Andere gingen. Es reicht nicht hin, statt die Wirkungsart der Nerven gründlich zu untersuchen, ein Gebäude von entfernten Möglichkeiten aufzustellen. Im Buche von der Physik der Nerven werde ich zeigen, dass, obgleich sich Wirkungen electrischer Materie in thierischen Theilen schon nach meinen eigenen Untersuchungen erzeugen lassen, doch die Wirkungsart der Nerven sich ganz und gar von der der electrischen Materie verschieden zeigt.

Unter den Neueren hat Niemand mehr mit der Hypothese von der Electricität als Ursache der Lebenserscheinungen ausgeschweift, als der Chemiker Meissner. *System der Heilkunde aus den allgemeinsten Naturgesetzen. Wien* 1832. Ohne allen Beweis, ohne welchen heut zu Tage selbst mehr wahrscheinliche Hypothesen als diese in der Physiologie nicht mehr gelitten werden können, ohne allen Beweis lässt er in den Lungen durch den chemischen Process des Athmens, bei dem Austausch des Sauerstoffes der atmosphärischen Luft und der Kohlensäure aus den Lungen das Blut sich mit electrischem Fluidum laden, während dieses Fluidum zugleich durch die Lungennerven und das Gangliensystem sich verbreiten und die Centralorgane des Nervensystems von hier aus geladen werden sollen; er lässt das geladene Gehirn, worin der Wille wirkt, durch Abgabe eines electrischen Funkens an den bestimmten Nerven irgend ein bestimmtes Organ zur Thätigkeit reizen. Das in die Muskeln strömende electrische Fluidum bilde um alle einzelnen, der Länge nach fadenartig an einander haftenden Atome des Muskels electrische Atmosphären, treibe dadurch die Muskelfasern, welche an beiden Enden des Muskels fest verbunden sind, in der Mitte aus einander und bewirke eben darum die Verkürzung; wie wenn man Holundermarkkügelchen auf einen Bindfaden reiht, mehrere solcher Fäden an beiden Enden verbindet und das Ganze an den electrischen Conductor hängend electrisirt, worauf das Ganze sich verkürzt, indem die Faden aus einander fahren. Es ist nicht allein dagegen zu erinnern, dass die Muskelfasern bei der Zusammenziehung nicht aus einander fahren, sondern sich kräuseln und im Zickzack parallel bleiben,

sondern es fehlt für den ganzen Traum an aller Erfahrung. Meissner erklärt auf diese Art die sogenannten thierisch magnetischen Curen. Ein gesunder Mensch, wenn er eine kleinere electrische Atmosphäre besitzt, als ein Kranker mit gesteigerter Electricität, wird durch Auflegen der flachen Hände auf den leidenden Theil des Kranken, durch Herabführen und plötzliches Entfernen der Hände diesem einen Theil seiner electrischen Atmosphäre entreissen; im zweiten Fall, wenn die Electricität des Kranken vermindert ist, wird der Experimentator durch denselben Hergang eine Mittheilung seiner eigenen electrischen Atmosphäre verursachen. Dann soll es auch Kranke geben, die eine überaus grosse Capacität für das electrische Fluidum besitzen und anderen Individuen electrisches Fluidum, selbst wenn sie wenig haben, entreissen. Kranke mit zu geringer Capacität für das electrische Fluidum sollen dagegen durch das Bestreichen selbst ihre Electricität an den Experimentator, wenn er stärkere Capacität für Electricität besitzt, abgeben, wodurch bald der Kranke, bald der Experimentator gefährdet werden soll. Meissner a. a. O. p. 135. Man untersuche doch lieber erst, ob beim Bebrüten, Athmen u. s. w. sich Electricität erzeugt. Pouillet hat zu beweisen gesucht, dass bei der Vegetation der Pflanzen sich sehr viel Electricität erzeugt. Pouillet untersuchte zuerst die Electricität bei der Kohlensäurebildung. Er brachte einen Cylinder von Kohle auf die Platte eines Condensators, zündete die obere Basis des Cylinders an, und unterhielt das Verbrennen durch einen mässigen Luftstrom. In wenigen Augenblicken war der Condensator mit —E. geladen, dagegen die gebildete Kohlensäure, die in der Höhe von einigen Zollen mit einer zweiten, mit dem Condensator in Verbindung stehenden Messingplatte aufgefangen wurde, +E. zeigte. Zur Untersuchung der bei der Vegetation sich entwickelnden E. nahm Pouillet 12 Glasgefässe von 8—10 Zoll Durchmesser, die er äusserlich und nur gegen den Rand hin in einer Ausdehnung von 1—2 Zoll mit einem Firniss von Gummilack überzog. Diese stellte er in zwei Reihen auf ein sehr trocknes Holz. Er füllte sie mit Gartenerde und setzte sie in Communication durch Metalldrähte, die vom Innern des einen Gefässes in das Innere des andern reichten, so dass das Innere aller Gefässe einen einzigen Conductor bildete. Wenn sich in diesen Gefässen Electricität entwickelt, so kann sie sich in alle Kapseln vertheilen, und wegen des Firnisses am Rande nicht entweichen. Man bringt nun die obere Platte des Condensators mit einem der Gefässe durch einen Messingdraht in Verbindung, und die untere Platte in Verbindung mit dem Boden. Nach dieser Vorbereitung säete er Samenkörner in die Erde. Nach einigen Tagen entwickelte sich Electricität, und zwar Harzelectricität in den Gefässen, und also Glaselectricität in den entwickelten Gasen. Diess geschah so lange, bis die Luft des Zimmer feucht wurde. *Annal. de chim. et de phys.* 35. 420. Diese Versuche muss man mit der nöthigen Modification an bebrüteten Eiern und an Thieren in Beziehung auf die Kohlensäurebildung beim Athmen wiederholen.

### 2. Wärmeerzeugung.

Die Wärme des Menschen beträgt in den inneren Theilen, welche zunächst zugänglich sind, wie Mund, Mastdarm u. s. w. 29,20° — 29,60° R. oder 36,50° — 37° C. oder 97,7° — 98,6° Fahr. Die Wärme des Blutes $30\frac{1}{2}$° — 31° R. (nach Magendie 31°, nach Thomson $30\frac{6}{9}$°), in Krankheiten bis $32\frac{8}{9}$ — $33\frac{3}{9}$°. In der Blausucht mit gestörter Ausbildung des arteriösen Blutes in den Lungen von Herzfehlern ist die Eigenwärme oft einige Grade schwächer, z. B. 21° R. in der Hand; in der Cholera asiat. fällt die Wärme des Mundes auf 21° und 20° R. Im Schlafe ist die Wärme des gesunden Menschen nach Autenrieth $1\frac{1}{2}$ Grad Fahr. geringer als bei Tage, Abends soll die Wärme etwas grösser als des Morgens seyn. Bei höherer Temperatur der Atmosphäre in wärmeren Climaten soll nach J. Davy die innere Körperwärme um $1\frac{1}{2}$ — 2 Grad Cent. steigen, und diess soll bei Menschen von ungleichem Alter und bei Eingebornen eben so, wie bei eingewanderten Fremden aus gemässigten Climaten seyn. Mit dem letztern Satze stehen indess die Versuche von Douville (Froriep's *Notizen. N.* 686.) im Widerspruch.

Ueber die Temperatur der Thiere haben Tiedemann und Rudolphi sehr ausführliche und vollständige Zusammenstellungen der vorhandenen Beobachtungen geliefert, wo man auch die Litteratur findet. Hiernach variirt die Temperatur der Säugethiere in den verschiedenen Gattungen. Als Beispiele können dienen der Ochse mit 37,2° bis 40° Cent., das Schaf mit 38 bis 40, das Pferd mit 36,8 bis 36,11, der Elephant mit 37,5, das Meerschweinchen mit 35,76 bis 38, der Hase mit 37,8 (das Kaninchen mit 37,48 bis 40), das Eichhörnchen mit 40,56, Phoca vitulina mit 38,89, der Hund mit 37,39 bis 38,50, die Katze mit 37 bis 39,78, Vespertilio noctula mit 38,89, Vespertilio pipistrellus mit 40,56 bis 41,11, Simia aigula mit 39,7. Die Cetaceen unterscheiden sich kaum durch ihre Temperatur von den übrigen Säugethieren. Delphinus phocaena mit 35,50 bis 37,5, Monodon monoceros 35,56, Balaena mysticetus 38,89. Siehe Tiedemann's *Physiologie I. p.* 454. Die Temperatur der Vögel scheint fast durchgängig grösser als beim Menschen und bei den Säugethieren. Als Beispiele aus Tiedemann's Zusammenstellung führe ich an: Larus mit 37,8, Tetrao albus 38,9, Hahn 39,44 bis 39,88 (Henne 39,44 bis 43,3), Taube 41,5 bis 43,1, verschiedene Arten Enten 41,11 bis 43,9, Vultur barbatus 41,94, verschiedene Falkenarten 40,28 bis 43,18, Rabe 41,1 bis 42,91, verschiedene Arten Fringilla 41,67 bis 44,03, Parus major 44,03, Hirundo lagopus 44,03.

Die Fähigkeit, Wärme zu erzeugen, kommt den warmblütigen Thieren nicht unter allen Bedingungen zu. Edwards fand dieses Vermögen bei alten Leuten geringer. Der Embryo der Säugethiere hat nur die Temperatur der Mutter, und verliert sie aus der Mutter entfernt nach den Versuchen von Autenrieth und Schuetz (*experimenta circa calorem foetus et sanguinem. Tub.* 1799.). Dasselbe schnelle Erkalten bemerkt man nach Edwards selbst

bei den Neugebornen der meisten Raubthiere und Nagethiere, sobald sie bei 10—12° Cent. von der Mutter entfernt werden, dagegen sie an der Mutter liegend nur 1—2° Cent. kälter als die Mutter selbst sind. Diess gilt auch von ganz jungen Vögeln, so dass junge Sperlinge acht Tage nach dem Auskriechen, während sie im Neste 35—36° Cent. Wärme hatten, ausser dem Neste bei 17° Cent. in einer Stunde auf 19° sanken; andere Versuche zeigten, dass hieran nicht die Nacktheit schuld ist. Froriep's *Notizen* 151. Nach Edwards Untersuchungen kommen mehrere Säugethiere in einem viel weniger entwickelten Zustande zur Welt als andere, so die Hunde, Katzen, Kaninchen, diese haben viel weniger innere Wärme als viele andere Säugethiere, welche nicht blind geboren werden. Nach 14 Tagen gleicht sich diess aus, und jene erreichen dann das Stadium, welches diese bei der Geburt schon haben. Vergl. Legallois, Meckel's *Archiv* 3. 454. Beim Menschen ist bekanntlich das Bedürfniss äusserer Wärme zur Erhaltung der eigenen Temperatur im Zustande des Neugebornen auch sehr gross, wohl nicht minder als bei den Raubthieren und Nagethieren. Auch haben die statistischen Untersuchungen von Edwards gezeigt, dass der Mangel an Temperatur in einem bisher nicht gewürdigten Verhältniss Ursache der Sterblichkeit bei den neugebornen Menschen ist. Edwards *de l'influence des agens physiques sur la vie. Paris* 1824. Unter den erwachsenen warmblütigen Thieren zeigt sich eine gewisse Unabhängigkeit der Wärmeerzeugung von der äussern Temperatur, die indess bei der verschiedenen geographischen Verbreitung der Thiere und nach ihren inneren Lebensverhältnissen verschieden ist, und deren Grenzen die Wanderungen vieler Thiere nach Maassgabe des durch Jahreszeiten bedingten Temperaturwechsels veranlassen. Indessen dauern die Thiere der Polarländer, z. B. Säugethiere, nach Parry's Beobachtungen, selbst bei der Temperatur des Gefrierpunktes vom Quecksilber (40° Cent.), ja bis 46° unter Null aus. S. das Nähere bei Tiedemann a. a. O. p. 461. 466. Einige Säugethiere dagegen, die Winterschläfer (Murmelthiere, Siebenschläfer, Hamster, Igel, Fledermäuse, Dachs, Bär, beide letztere unvollkommen), erhalten ihre sonst von den übrigen Säugethieren nicht abweichende Wärme nur bei einer gemässigten äusseren Temperatur, und verlieren an Temperatur mit der äusseren Kälte, so dass sie in Asphyxie, Scheintod verfallen, und mehrere bei 10—12° Cent. unter Null sogar erfrieren. Mit den Erscheinungen des Winterschlafes haben uns Pallas, Spallanzani, Mangili, Prunelle, Saissy besonders bekannt gemacht. Winterschläfer verfallen nicht in diesen Zustand, so lange sie in einer Temperatur von 8—9° R. erhalten werden, die Haselmaus erhält sogar bis auf 5° R. über Null ihre ganze Lebendigkeit, wie Saissy gegen Spallanzani anführt. *Mém. de Turin.* 1810—12. Meckel's *Archiv für Physiol.* 3. *p.* 133. Saissy widerlegt auch Magili's Angabe, dass der Winterschlaf von der Temperatur unabhängig sey, und bei späterem Herbst und früherem Frühling darum weder später einträte, noch früher aufhöre. Pallas brachte Murmelthiere in einem Eiskeller im Sommer, Saissy Igel

und Siebenschläfer auf dieselbe Art zum Schlafen. Dagegen erwachen die Thiere im strengsten Winter, wenn sie in eine Temperatur von + 9 — 10° gebracht werden. Im Winterschlafe selbst behalten sie immer eine eigene Temperatur, die zwar mit der äussern immer sinkt, aber doch 2° über dieselbe erhaben ist. Das Athmen der Winterschläfer geschieht zwar fort, aber langsam und fast unmerklich, so dass das Murmelthier 7—8mal, der Igel 4—5mal, die grosse Haselmaus 9—10mal in der Minute athmet. Im tiefsten Erstarrungsschlafe ruht indessen das Athmen gänzlich, und man kann die Thiere nach Spallanzani's Beobachtungen dann in eine irrespirable Gasart bringen, ohne dass es ihnen schadet. Ehe dieser Zustand eintritt, verbrauchen die Winterschläfer nach Saissy's Beobachtungen auch den Sauerstoffgehalt der Atmosphäre. Dieser Verbrauch nimmt mit ihrer Wärme ab, die Absorption von Sauerstoffgas und das Aushauchen von Kohlensäure dauert aber bis zum Verbrauche der letzten Atome des Sauerstoffgases in der Atmosphäre, während die nicht winterschlafenden Thiere, Kaninchen, Ratte, Sperling, bereits starben, nachdem sie wenig Sauerstoffgas unter Glocken verbraucht hatten. Nach Prunelle ist das Arterienblut der Fledermäuse im Winterschlafe weniger hellroth. Was den Blutlauf der Winterschläfer im Erstarrungszustande betrifft, so fand Saissy, dass sich das Blut schon zu Anfange und gegen das Ende des Erstarrungszustandes äusserst langsam bewegt, dass bei völliger Erstarrung jener Thiere die Haargefässe der äusseren Theile fast leer, die grösseren Gefässe nur halb ausgedehnt sind. Nur in den Hauptstämmen der Gefässe der Brust und des Bauches zeigt sich noch eine undulatorische Bewegung des Blutes. Die Zahl der Herzschläge bei den Fledermäusen ist gegen 200 in der Minute, im Winterschlafe 50 — 55 nach Prunelle. Die Empfindungskraft und die Reizbarkeit der Muskeln gegen mechanische und galvanische Reize sich zu contrahiren, nehmen im Winterschlafe ab; indessen fehlen doch nur im tiefen Erstarrungsschlafe alle Spuren von Reaction gegen Empfindungsreiz, was Saissy einigemal nur bei Igeln und Murmelthieren fand.

Nach Saissy soll das Blut der Winterschläfer (Murmelthiere, Igel) auch durch seinen geringern Gehalt an Faserstoff und Eiweiss sich auszeichnen. Die Galle soll süsslich, das Fett nicht verändert seyn. Nach Prunelle und Tiedemann (Meckel's *Archiv* *T.* 1. *p.* 481.) zeigt sich bei den Winterschläfern schon vor dem Winterschlafe eine scheinbar drüsige, wohl nur fettige Masse am Halse und im mediastino ant., die nach Jacobson's Bemerkung (ebend. 3. 151. 152.) unpassend mit der Thymusdrüse verglichen wurde. Otto hat gefunden, dass bei diesen Thieren ein der Carotis interna zu vergleichendes Gefäss durch den Steigbügel der Trommelhöhle hindurch geht. So ist es bei den Gattungen Vespertilio, Erinaceus, Sorex, Talpa, Hypudaeus, Georhychus (Lemmus), Myoxus, Mus, Cricetus, Dipus, Meriones, Arctomys, Sciurus, die nach Otto sämmtlich bald mehr, bald weniger vollkommen in Winterschlaf verfallen. Der von Mangili bemerkten Kleinheit der Hirngefässe widerspricht Otto bestimmtest; auch fand

Otto die von Saissy bemerkte Stärke der Nerven der äusseren Theile nicht. *N. act. ac. caes. nat. cur. T. XIII. p.* 1. Dass die Winterschläfer einen Theil des Herbstfettes in Nahrungsstoff verwandeln, ist allgemein bekannt. Auch die Absonderungen hören nicht ganz auf. Denn Prunelle fand bei Fledermäusen vom 19. Februar bis 12. März einen Gewichtsverlust von $\frac{1}{32}$. Dass die Anhäufung des Fettes und die Vergrösserung der Drüsen in der Brust und am Halse im Herbste nicht die Ursache des Winterschlafes durch Einengung der Respirationsnerven ist, wie Prunelle glaubte, beweisen Pallas Erfahrungen, der Winterschläfer im hohen Sommer durch künstliche Kälte in den Schlaf brachte. Das Rückenmark ist beim Igel sehr kurz; allein diess ist kein allgemeiner Charakter der Winterschläfer. Die vorzüglichsten Schriften über den Winterschlaf sind Saissy *recherches experimentales anatomiques chemiques sur la physique des animaux mammifères hybernans. Paris et Lyon* 1808., *übersetzt von* Nasse, Reil's *Archiv für Physiol. T. XII. p.* 293. Saissy *Mém. de Turin.* 1810 —1812. Meckel's *Archiv für Physiol. T.* 3. Mangili *über den Winterschlaf, in* Reil's *Archiv. Bd.* 8. Prunelle *recherches sur les phaenomènes et sur les causes du sommeil hivernal*; *Ann. du mus. T.* 18. Gilbert's *Annalen. Bd.* 40. *u.* 41.

Uebersteigt die äussere Temperatur die eigene Temperatur eines Säugethieres, so steigt zwar die Wärme der letztern um einige Grade, aber nicht gleichmässig mit dem Wachsen der äussern Temperatur. Duntze (*exp. calorem animalium spectantia, Lugd. Bat.* 1754.), Fordyce, Banks, Blagden (*phil. transact.* 1775. v. 65.) und Delaroche und Berger haben Versuche hierüber angestellt. Blagden und Andere hielten mehrere Minuten in einer trocknen Luft von + 79° R. aus. Delaroche und Berger beobachteten bei Kaninchen in einer Temperatur von 50—90° Cent. nur ein Steigen um einige Grade. Auch Vögel setzten sich in hoher äusserer Temperatur nicht mit dieser ins Gleichgewicht, sondern wurden bloss um 6—7° wärmer. *Exp. sur les effets qu'une forte chaleur produit dans l'économie animale. Paris* 1806. *Journal d. phys.* 71. Reil's *Archiv* 12. 370. Die Ursache davon liegt in der durch die Verdünstung stattfindenden Kälteerzeugung. Dass diese ganz physicalische Erklärung richtig ist, folgt aus anderen Beobachtungen von Delaroche, dass Thiere in einer mit Wasserdämpfen überladenen heissen Luft, worin keine Ausdünstung stattfinden kann, 2—3, ja selbst 3—4° R. wärmer wurden als das Medium. Man darf aber nicht vergessen, dass die Verstärkung der Verdünstung in trockner Wärme nicht bloss physicalische Ursachen hat, dass die Wärme hier eine organische Function anregt. In der That wird die Verdünstung bei grosser innerer Hitze sehr häufig durch innere Ursachen verhindert, und in manchen Fiebern ist die Haut nur darum unerträglich heiss, weil sie trocken und die Ausdünstung verhindert ist.

Den kaltblütigen Thieren hat man häufig eine eigene Temperatur abgesprochen, was aber nicht statthaft ist. Was zuerst die Amphibien betrifft, so haben Untersuchungen von J. Davy, Czermack, Wilford, Tiedemann gezeigt, dass die Temperatur die-

ser Thiere mit der äussern Temperatur im Allgemeinen bis zu einem gewissen Punkte sinkt, aber doch die äussere meist um 1 oder mehrere Grade übertrifft, dass die Temperatur der Amphibien eben so mit der äussern Temperatur steigt, aber nur bis zu einem gewissen Punkte stärker als dieselbe ist, bei höheren Temperaturgraden aber selbst geringer ist. Besonders zahlreich sind die Versuche von CZERMACK über die Temperatur der Amphibien. BAUMGAERTNER's und ETTINGHAUSEN's *Zeitschrift für Physik und Mathematik.* 3. *Bd.* 385.

Bei nackten Amphibien war das Plus der eigenen Temperatur weniger gross als bei den beschuppten Amphibien. So war die Temperatur eines Proteus 14° R. bei $10\frac{1}{2}$° der Luft, $16\frac{1}{8}$° bei 14° der Luft; $14\frac{3}{4}$° bei $10\frac{1}{1}$° des Wassers. Ein Frosch hatte $7\frac{1}{8}$° R. bei $5\frac{1}{2}$° des Wassers, $6\frac{1}{3}$° bei $10\frac{1}{8}$° der Atmosphäre. Die auffallendsten Unterschiede von mehreren Graden Reaumur fand CZERMACK bei Vergleichung der Temperatur der Eidechsen und Schlangen mit der des Mediums. Vergl. J. DAVY, FRORIEP's *Not.* 579.

J. DAVY fand die Temperatur einer Schlange 31,370 C. bei 27,50 der Luft, 32,22 bei 28,30 der Luft, die Temperatur einer Testudo mydas 28,89 bei 29,55 der Luft, 29,44 bei 30,00 der Luft.

TIEDEMANN beobachtete bei Fröschen eine Temperatur, die höher als die des Wassers war; als Wasser in der Nacht gefror, blieb es um den darin befindlichen Frosch ungefroren, und der Frosch hatte +0,56° Temperatur. TIEDEMANN *Physiologie* 1.

Nach DELAROCHE besitzen auch die Frösche eben durch Ausdünstung das Vermögen, eine geringere Temperatur bei äusserer Hitze zu erhalten. DELAROCHE a. a. O.

Die Temperatur der Fische ist um $\frac{1}{2}$ — $1\frac{1}{2}$° höher als die des umgebenden Wassers, wie die Versuche von MARTINE, J. HUNTER, BROUSSONET, J. DAVY, DESPRETZ lehren. BROUSSONET fand bei kleinen Fischen die Temperatur $\frac{1}{2}$ — $\frac{2}{3}$° höher als im Wasser, beim Aal $\frac{3}{4}$°, beim Karpfen 1° höher. DESPRETZ fand bei 10,83 C. Temperatur des Wassers die Temperatur bei zwei Karpfen = 11,69, bei zwei Schleien = 11,54. J. DAVY fand die Temperatur eines Squalus 25 C. bei 23,75 des Meeres.

Die kaltblütigen Thiere sind zum Theil auch dem Winterschlafe unterworfen. FRANKLIN erwähnt von mehreren Fischen, dass sie, wenn sie aufs Eis gelegt werden, fast augenblicklich erstarren, aber nach Stunden und Tagen wieder aufleben. Man will indess öfters beobachtet haben, dass Fische im Eise sich lebend erhalten, und dass das Wasser um dieselben nicht gefroren war. *Jahresbericht der Schwed. Acad., übersetzt von* J. MUELLER 1824. PALLAS (RUDOLPHI *Grundriss der Physiologie* 1. *p.* 176.) berichtet das Wiederaufleben der Carauschen in Sibirischen bis auf den Grund gefrornen Seen, und erzählt eine ähnliche Beobachtung von BELL vom Wiederaufleben der Goldfische aus gefrornem Wasser. Bei den Amphibien beobachtet man nicht allein den Winterschlaf, vor dessen Eintritte sich die Amphibien verkriechen, sondern auch den Sommerschlaf in den heissen Climaten. In der trocknen Jahreszeit verkriechen sich die Amphibien und gerathen in einen dem Winterschlafe ähnlichen Zustand,

aus dem sie in der Regenzeit wieder aufgeweckt werden. Hierüber hat A. v. Humboldt in seiner Reise sehr interessante Beobachtungen mitgetheilt. Von höheren Thieren kennt man in dieser Art nur ein einziges Beispiel, nämlich vom Tanrec, dem sonannten Igel von Madagascar.

Ueber die Temperatur der Wirbellosen fehlt es noch an vollständigen Beobachtungen; doch zeigen die vorhandenen, dass die Wärme derselben zwar wie bei den übrigen kaltblütigen Thieren veränderlich ist nach der Temperatur des Mediums, aber doch auch bei Insecten um einen Grad höher oder niedriger seyn kann, wie die Versuche von Martine, Hausmann, Rengger und John Davy zeigen. Dagegen hat man in Bienenstöcken und Ameisenhaufen schon eine sehr viel beträchtlichere Temperatur angetroffen. Beim Flusskrebs sah Rudolphi das Thermometer von 9° R. des Wassers auf 10—12° steigen. Aehnliche, obgleich kleinere Unterschiede hat man bei Mollusken beobachtet. Eine Sammlung der einzelnen Beobachtungen findet man bei Rudolphi *Physiol.* 179. Treviranus *Biol.* 5. 20. Tiedemann *Physiol.* 476—477. Bei den Schnecken ist die Temperatur 1° höher als im Medium. Meckel's *Archiv* 8. 255.

Dass bei den Wirbellosen auch der Winterschlaf sich wiederholt, weiss man wenigstens sicher von den Insecten und den Mollusken der gemässigten und kalten Climate. Einige niedere Thiere scheinen eine ziemlich hohe Temperatur zu ihrem Medium nöthig zu haben. Ausserordentlich scheint das Beispiel der in den warmen Quellen von Abano von 23° R. lebenden kleinen Schnecken, Cyclostomum thermale Ranzani. Rudolphi sah diese noch in Wasser von 30° sich lebhaft bewegen. Indessen leben die Eingeweidewürmer des Menschen und der Säugethiere in einer gleichen, und die der Vögel in einer noch höhern Temperatur. Rudolphi bemerkt, dass die Entozoen der warmblütigen Thiere in der Kälte erstarren, aber durch warmes Wasser wieder aufleben, dagegen die der kaltblütigen sowohl die Kälte als einen hohen Wärmegrad ertragen.

Den Winterschlaf der Schnecken hat Gaspard beschrieben, das Herz soll nicht mehr schlagen und das Athmen aufhören, die Wiedererzeugung verschnittener Fühlhörner stillstehen. Diese Thiere verfallen auch bei grosser Wärme in einen Sommerschlaf, wobei jedoch Athmen, Herzschlag und Reproduction fortdauern. Meckel's *Archiv* 8.

Ich wende mich jetzt zur Untersuchung der *Ursachen* der thierischen Wärmeerzeugung. Hier ist zuvörderst die Verschiedenheit der Temperatur in verschiedenen Theilen von Interesse. J. Davy *phil. transact.* 1814. Meckel's *Archiv II. p.* 312. Die Temperatur nimmt gegen die äussersten Theile hin ab, wie z. B. beim Menschen die Achselhöhle 98 F. zeigte, die Leisten 96,5, Oberschenkel 94, Unterschenkel 93—91, Fusssohle 90° hatten. Sonderbar ist, dass John Davy in mehreren Versuchen die Temperatur des Mastdarms um etwas grösser als die des Gehirns fand, was mir aber doch eher Beobachtungsfehler zu seyn scheint.

Von ausserordentlichem Interesse sind J. Davy's Versuche

über den Unterschied der Temperatur beider Blutarten. J. Davy *tentamen experimentale de sanguine. Edinb.* 1814. Meckel's *Archiv I.* 109. Es waren an Schafen und Ochsen 11 Versuche. Zieht man aus Davy's Versuchen das Mittel, so folgt, dass das Arterienblut um etwa 1—1½ Grad Fahr. wärmer ist als das Blut der Venen. Mayer (Meckel's *Archiv* 3. 337.) fand sogar, dass das Blut der *vena jugularis* um 1—2° R. kälter war als das Blut der *carotis*; niemals aber konnte er, wie Davy, einen Unterschied in der Temperatur des Blutes beider Herzhälften nachweisen. Aehnliches hatte Saissy bei winterschlafenden Thieren beobachtet. Diese Thatsachen führen zunächst zur Untersuchung der Theorie, dass die thierische Wärme ihre Quelle in den Lungen habe. Nach der Hypothese von Lavoisier und Laplace, welcher die meisten neueren Chemiker gefolgt sind, wird beim Athmen der Sauerstoff der Atmosphäre mit Kohlenstoff des Blutes verbunden, und als Kohlensäure ausgeathmet. Wenn nun beim Athmen mehr Sauerstoff der Atmosphäre verschwindet, als in der ausgeathmeten Kohlensäure enthalten ist, so wird in einer zweiten Hypothese angenommen, dass das nicht auf Kohlensäure verwandte Sauerstoffgas sich durch Verbindung mit Wasserstoff des Blutes in Wasser verwandle und ausgehaucht werde. Nimmt man diese Hypothese an, so kann man die Ursache der thierischen Temperatur in jener Wärme suchen, welche durch die Vereinigung des Sauerstoffes der eingeathmeten Luft mit dem vom Blute herstammenden Kohlenstoff der Kohlensäure und des Sauerstoffes mit Wasserstoff zu Wasser entsteht. Crawford (*Versuche und Beobachtungen über die Wärme der Thiere. Leipz.* 1799.) suchte diess noch wahrscheinlicher zu machen, indem er angab, wie die Verbreitung der Wärme, die einmal in den Lungen entstanden, leichter erklärt werden könne, dass das arterielle Blut eine grössere Wärmecapacität als das venöse, ungefähr im Verhältnisse von 11,5:10,0 besitze. So soll die in den Lungen entstandene Wärme zur Beibehaltung der Temperatur des arteriellen Blutes angewendet, und dann überall im Körper frei werden, wo die Organe sich aus dem Blute ernähren, und das arteriöse Blut in venöses übergeht. J Davy hat indess gezeigt, dass die Wärmecapacität beider Blutarten entweder gar nicht oder nur sehr unbedeutend (wie 10,11:10,00) differire.

Es lässt sich aber direct berechnen, wie viel Wärme durch das Athmen entstehen kann, angenommen, dass die chemische oder Verbrennungstheorie vom Athmen richtig wäre. Diese Arbeit haben Dulong und Despretz unternommen. Dulong brachte verschiedene, sowohl fleisch- als pflanzenfressende Säugethiere und Vögel in einen Behälter, worin die Veränderungen der Luft bei dem Athmen bestimmt und die Producte quantitativ gemessen werden konnten, während der Wärmeverlust der Thiere zugleich berechnet wurde. Dulong fand, dass von allen Thieren mehr Sauerstoffgas verzehrt als in Kohlensäure verwandelt wurde. Bei den Pflanzenfressern betrug diese Absorption des Sauerstoffgases nur $\frac{1}{10}$ im Durchschnitt, bei den Fleischfressern war die geringste Quantität des absorbirten d. h. nicht in Kohlensäure verwandelten

Sauerstoffgases $\frac{1}{5}$, die grösste Quantität $\frac{1}{2}$ der verwandten Menge des Gases. Nimmt man nun an, dass das Sauerstoffgas durch seine Verwandlung in kohlensaures Gas beim Athmen eine gleich grosse Wärme erzeugt, als dieselbe Quantität Kohlensäuregas durch Verbrennung von Kohle in Sauerstoffgas, und geht man dabei von der Bestimmung der Wärmequantität aus, wie sie von Laplace und Lavoisier angegeben wird, so beträgt sie nicht mehr als 0,7 der Wärme, welche das pflanzenfressende Thier in derselben Zeit verliert, und $\frac{1}{2}$ derjenigen, welche das fleischfressende Thier einbüsst. Nimmt man ferner an, dass das Sauerstoffgas, welches durch das Athmen absorbirt und der Luft nicht in Form von Kohlensäure zurückgegeben wird, zur Bildung von Wasser verwandt wird, und dass dabei so viel Wärme sich entwickelt, als wenn eine gleiche Quantität Sauerstoff durch Verbrennung mit Wasserstoff in Wasser verwandelt wird, so entspricht die ganze Quantität der Wärme, welche durch die Verbindung des Kohlenstoffes und Wasserstoffes mit Sauerstoff entsteht, 0,75—0,80 derjenigen Wärme, welche in gleicher Zeit von fleischfressenden sowohl als pflanzenfressenden Thieren entwickelt wird. Also würde das Athmen im Durchschnitt $\frac{3}{4}$—$\frac{4}{5}$ der thierischen Wärme hervorbringen.' Nach Berzelius im *Schwedischen Jahresbericht, übersetzt von* J. Mueller. *Bonn* 1824. *p.* 67. Vergl. *Neues Journal für Chemie und Physik.. N. R. Bd.* 8. *S.* 505.

Despretz schloss Thiere $1\frac{1}{2}$ bis 2 Stunden in einem mit Wasser umgebenen Behälter ein, zu welchem ununterbrochen Luft ab- und zugeleitet wurde, und bestimmte deren Menge und Zusammensetzung vor und nach dem Versuche, so wie die durch die thierische Wärme bewirkte Wärmezunahme des umgebenden Wassers; die durch Verbrennung des Kohlenstoffes und Wasserstoffes beim Athmen nach der chemischen Theorie hervorgebrachte Wärme betrug 0,75 — 0,91 von der, welche das Thier in derselben Zeit entlässt. Gmelin's *Chemie T.* 4. *p.* 1523. *Ann. d. chim. et de phys.* 26. 338.

Aus diesen Versuchen geht hervor, dass es noch andere Quellen der thierischen Wärme als das Athmen geben müsse, selbst wenn man der chemischen Theorie vom Athmen huldigt. Allein es ist äusserst unwahrscheinlich, dass sich das beim Athmen verdunstende Wasser aus Elementen bildet, wie später beim Athmen gezeigt wird, und es ist vielmehr überaus wahrscheinlich, dass Sauerstoff im Blute bleibt; man kann daher nur die von der Kohlensäurebildung entstandene Wärme in Anschlag bringen, welche nach Dulong bei Pflanzenfressern 0,7, bei Fleischfressern $\frac{1}{2}$ der thierischen Wärme beträgt. Ausserdem ist es noch eine blosse Hypothese, dass der Sauerstoff der Atmosphäre sich beim Athmen mit Kohlenstoff des Blutes zu Kohlensäure verbindet, obgleich neue Thatsachen es unwahrscheinlich machen, dass die Kohlensäure schon im Blute gebildet ist, und nur ausgehaucht wird, während der Sauerstoff der Atmosphäre mit dem Blute sich verbindet. Nach dieser letzten Ansicht würde sich der Sauerstoff mit Kohlenstoff erst in dem Wege der Circulation des Blutes zu Kohlensäure verbinden, und dem Blute eine höhere Tem-

peratur mittheilen, wobei sich nun die Erscheinungen eben so gut, wie bei der andern Hypothese erklären lassen. Wo nun die Quelle der Kohlensäurebildung seyn mag, in den Lungen oder im Blute, jedenfalls wäre der eingeathmete Sauerstoff hierzu die nächste Veranlassung, und man könnte also das Athmen unmittelbar oder mittelbar für eine Quelle der thierischen Wärme ansehen, und die von Dulong erlangten Resultate, dass von Kohlensäurebildung bei Pflanzenfressern 0,7, bei Fleischfressern 0,5 der thierischen Wärme entstehen, annehmen. Hieraus würde sich also erklären lassen, warum der Embryo noch keine merkliche eigene Wärme besitzt, weil noch kein Sauerstoff eingeathmet wird, und warum Blausüchtige, bei denen die Verwandlung des Blutes durch das Athmen wegen Fehler der Kreislaufsorgane gehemmt ist, um einige Grade zuweilen kälter sind, warum die kaltblütigen Thiere, bei welchen nur ein Theil des Blutes oxydirt wird, nur eine sehr unbedeutende eigene Temperatur besitzen. Bei den Amphibien athmet nur ein Theil des Blutes während des allgemeinen Kreislaufes. Bei den Fischen, wo zwar alles Blut während des Durchganges durch die Kiemen athmet, ist das Resultat doch nicht grösser als bei den Amphibien, weil der quantitative Stoffwechsel beim Athmen aus der in dem Wasser aufgelösten atmosphärischen Luft ausserordentlich viel kleiner ist als bei dem Luftathmen. Um die chemische Theorie der Wärmeerzeugung durch das Athmen auf eine entscheidende Weise zu prüfen, müsste man, in der Art wie Dulong und Despretz, Versuche an kaltblütigen Thieren anstellen, um zu sehen, ob die nach den quantitativ bestimmten Producten des Athmens theoretisch berechnete Wärmeerzeugung nicht zu gross ist gegen die sehr geringe von diesen Thieren entwickelte Wärme. Diess ist eine schöne Aufgabe für chemische Untersuchungen.

Indessen muss es noch andere Quellen der thierischen Wärme geben. Einige, wie Ph. v. Walther und Paris, haben eine Hauptquelle der Wärme darin gesucht, dass die Absonderungen aus dem Blute Flüssigkeiten bilden, die eine geringere Wärmefassungskraft als das Blut haben, so dass Wärme frei werden muss. Nach Crawford ist die Capacität der Milch geringer als die des Blutes. Nach Paris (*London med. and phys. journ.* 21. 1809. Meckel's *Archiv* 2. 308.) ist die Wärmecapacität des Urins 0,777, des arteriellen Blutes 1,003. Damit stehen indess die Versuche von Nasse (Meckel's *Archiv* 1. 500.) im Widerspruch, der, so wie die Capacität des Blutes nach Davy kaum von der des Wassers verschieden ist, so auch die der Absonderungen nicht verschieden fand. Auf eine bei organischen Processen stattfindende Quelle der Wärmeerzeugung hat Pouillet (*ann. chem. phys.* 20. 141. Meckel's *Archiv* 8. 233.) aufmerksam gemacht. Alle festen Körper, sowohl unorganische als organische, werden durch Benetzung mit verschiedenen Flüssigkeiten in ihrer Temperatur erhöht. Viel grösser ist die Temperaturerhöhung bei organischen Substanzen, die in mehreren Fällen selbst 6—10° Cent. betrug. Hierauf könnte man besonders bei der Auflösung der Nahrungsmittel durch die Verdauungsflüssigkeiten rechnen, und vielleicht

die während der Verdauung stattfindende gelinde Wärmevermehrung erklären. Allein grösser und allgemeiner ist gewiss die Quelle der organischen Wärme, welche bei den organischen Processen durch die Wirkung der organisirenden Kräfte auf die Materie nicht in einem, sondern in allen Organen erzeugt wird, so dass im hohen Grade des Hungers, wenn vorhandene Materie ausgeschieden, aber keine neue organisirt wird, nach Martine die Wärme bedeutend und um einige Grade abnimmt, während doch die in der Kohlensäurebildung liegende Ursache der Wärme fortdauert. (Dagegen ein von Currie erzählter Fall vom Verschliessen des Schlundes. *Wirkungen des kalten und warmen Wassers. Leipz. Bd. I. p.* 267.) In der Entzündung erhöht sich unter vermehrtem Blutandrange die Temperatur des entzündeten Theiles, die Thomson jedoch nicht für grösser hält als im Blute der grossen Gefässe. *Lect. on inflammation. Edinb.* 1813. 46. Muskelbewegung erhöht die Temperatur, fieberhafte Reizung erhöht sie, während die Unterdrückung der organischen Kräfte in Nervenzufällen, im Fieberfrost, die Temperatur vermindert, ohne dass sich das Athmen gleich verändert. (In der Ohnmacht in der Hand nach Currie $22\frac{6}{9}$ R.) Da nun alle organischen Processe am meisten von dem Einflusse der Nerven auf die organisirte Materie abhängig sind, so darf man sich nicht wundern, wenn die Wechselwirkung der Organe mit den Nerven eine Hauptquelle der Wärme ist. Diess haben die Versuche von Brodie, Chaussat und Andern gezeigt. Elliot und Home haben beobachtet, dass nach der Durchschneidung der Nerven eines Gliedes die Wärme desselben abnehme, und Alle bestätigen diess von der Durchschneidung des Nervus vagus. Dieser Unterschied ist thermometrisch messbar, dagegen man wohl das subjective Gefühl der Kälte nach Verletzung der Nerven eines Gliedes unterscheiden muss. Earle fand bei einer Lähmung des Armes an der gelähmten Hand 70° F., an der gesunden 92. Durch Electrisiren des Gliedes erhob sich die Temperatur zu 77. In einem andern Falle hatte der gelähmte Finger 56, die gesunde Hand 62. *Med. chirurg. Transact.* 7. *p.* 173. Meckel's *Archiv* 3. *p.* 419. Yelloly, *med. chirurg. Transact.* 3.

Brodie (*Phil. Transact.* 1811. 4. 1812. 378. Reil's *Archiv* 12. 137. 199.) fand, dass bei einem Thiere, dessen Kopf abgeschnitten ist, oder dessen Medulla oblongata durchschnitten, oder dessen Gehirn zerstört, oder das durch Woraragift getödtet worden, durch künstlich unterhaltenes Athmen mittelst Lufteinblasen, Kreislauf und Umwandlung des Blutes in den Lungen unterhalten werden können, wovon er sich durch Analyse der Luftarten überzeugte, dass aber keine Wärme entwickelt wird, und dass ein solches Thier schneller erkaltet, als wenn das Athmen nicht künstlich unterhalten wird, weil die eingeathmete Luft dasselbe abkühlt. Hall fand dagegen, dass ein geköpftes Thier bei künstlich unterhaltenem Athmen seine Wärme länger behielt. *Lond. med. phys. Journ.* 32. 1814. Vergl. Brodie ebend. p. 295. Meckel's *Archiv* 3. 429. 434. Legallois Versuche (*ann. chem. phys.* 4. 1817. Meckel's *Archiv* 3. 436.) stimmen auch nicht ganz mit dem Re-

sultate von Brodie überein; er fand, dass bei jeder Erschwerung des Athmens, wenn Thiere befestigt auf dem Rücken liegen, wenn sie in verdünnter oder mit Stickgas oder Kohlensäure versetzter Luft athmen, eine Verminderung ihrer Temperatur stattfindet, dass auch das Lufteinblasen durch Erschwerung des Athmens die Temperatur vermindert, und dass das stärkste Erkalten immer dem geringsten Verbrauche von Sauerstoffgas entspricht. Emmert fand bei Wiederholung der Brodie'schen Versuche mit Giften und Lufteinblasen nur eine Temperaturveränderung von 3° R. in 74 Min. Meckel's *Archiv* 1. 184. Wilson Philipp (*Untersuchungen über die Gesetze der Functionen des Lebens, übersetzt von* Sontheimer *Stuttg.* 1822.) fand, dass eine zu frequente künstliche Respiration schnell abkühlt, während eine gemässigte die Abkühlung verlangsamt. Indessen sind Brodie's Versuche in der Hauptsache beweisend. Er hat gezeigt, dass gesunde Kaninchen in ½ Stunde 28,22 K. Z. kohlensaure Luft ausathmen, dass Kaninchen, bei denen nach Vergiftung oder Zerstörung der Medulla oblongata das Athmen künstlich unterhalten wird, in ½ Stunde noch 20,24 bis 25,55, bis 28,27 K. Z. kohlensaures Gas ausathmen, dass also bei gesunden Kaninchen und bei getödteten mit künstlichem Athmen die Producte des Athmens fast dieselben sind, und dass gleichwohl ein Kaninchen nach Durchschneidung der Medulla oblongata in einer Stunde 6° F. Wärme verliert. Vergl. über Brodie's Versuche Nasse's Bemerkungen in Reil's *Archiv* 12. *p.* 404.

Chaussat (Meckel's *Archiv* 7. 282.) fand das beständige Sinken der Temperatur bei Thieren, die auf dem Rücken liegend befestigt sind, nicht bestätigt bei Hunden, er fand dagegen Brodie's Beobachtungen bestätigt. Nach Verletzung des Gehirns sank die Temperatur in der 11.—22. Stunde bis zum Tode von 40° auf 24° Cent. Die Durchschneidung des Nervus vagus, welche, ohne dass der chemische Athemprocess wesentlich verändert wird, nach Legallois durch Infiltration der Lungen mit Blut oder Serum tödtet, bewirkt Sinken der Temperatur, während 12—36 Stunden zu 36—37°, zuletzt bis zu 20° Cent. Bei allen diesen Versuchen ist leider die Temperatur der atmosphärischen Luft nicht angegeben. Bei Verletzungen des Rückenmarkes an verschiedenen Stellen zeigte sich der Einfluss um so grösser, je höher die Verletzung stattfand, so dass die Folgen im Verhältnisse der Zahl der unter der Verletzung vom Rückenmarke abgehenden Nerven steigen, was im Allgemeinen auch für die anderen Folgen der Rückenmarksverletzungen gilt.

Chaussat sucht zuletzt zu beweisen, dass auch der Nervus sympathicus einen grossen Antheil an der thierischen Wärme habe; denn er fand nach Verletzung des Nervus splanchnicus auf der linken Seite, die er mit Exstirpation der Nebenniere (bei einer nicht zu grossen Wunde?) bewirkt haben will, dass die Temperatur in 10 Stunden oder bis zum Tode von 40,19 bis 26° C. fort und fort sank. Ferner unterband Chaussat bei einem Hunde die Aorta am Aortenschlitz und mass den Unterschied der Temperatur in der obern und untern Hälfte des Thieres; die Speiseröhre zeigte bei dem wiederholten Versuch bis zum Tod eine et-

was geringere Temperatur als der Mastdarm. Diesen geringen Unterschied rechnete Chaussat auf die beim Athmen statt findende Abkühlung. Chaussat schliesst daraus, dass die Brusthöhle viel weniger Antheil an der Wärmebildung habe als die Bauchhöhle durch den Einfluss der Nerven. Das Sinken der Temperatur nach Durchschneidung des *Nervus vagus* könne man nicht als Gegenbeweis anführen, da dieser Nerve eben so gut Organe der Bauchhöhle versieht. Allein Chaussat legt hier auf schwankende Versuche, die wenig oder gar nichts beweisen, ein grosses Gewicht, ohne die vielen Einwürfe, die man denselben entgegenstellen kann, vorauszusehen.

Indesen beweisen mehrere der angeführten Erfahrungen jedenfalls, dass der Nerveneinfluss auf die organischen Processe einen grossen Antheil an der Wärmeerzeugung ausser den Lungen hat. Hiemit stimmt auch Berzelius überein. Was diese Ansicht ferner zu erhärten scheint, ist die schnelle und momentane, bald allgemeine, bald ganz locale Temperaturerhöhung in Aufregungen der Nerven, das allgemeine Warmwerden bis zum Schweissausbrechen in Leidenschaften, die aufschiessende Gesichtswärme, welche nicht bloss subjectives Gefühl ist, die eben so schnelle Verminderung der Temperatur bei deprimirenden Gemüthsaffecten, Erscheinungen, die sämmtlich freilich auch von vermehrtem und vermindertem Blutzufluss, und zum Theil von der veränderten Bewegung des Herzens abgeleitet werden können. Wir ziehen aus Allem vorläufig den Schluss, dass Temperaturerhöhung bei allen organischen Processen statt findet, dass sie aber zum Theil bestimmt wird durch die von den Nerven abhängige Belebung der organischen Processe. Vergleicht man nun die warmblütigen Thiere mit den kaltblütigen, so kann man die Ursache des Temperaturunterschiedes zunächst in der geringern Intensität des Athemprocesses oder der organischen Processe überhaupt suchen. Ohne eine Erscheinung von der andern abzuleiten, ist hier zu erwägen, dass bei den niederen Thieren die Nervenmasse in den Centraltheilen des Nervensystems im Verhältniss zu den Nerven selbst abnimmt, dass das Athmen im Verhältniss zur Masse des Körpers weit geringer ist, dass die kaltblütigen Thiere weniger gerinnbare Theile des Blutes besitzen, wie Prevost und Dumas zeigen, wie denn auch nach Saissy das Blut der Winterschläfer in demselben Fall seyn soll; ja dass nach Prevost und Dumas die Vögel und einige Säugethiere, bei grösserer Quantität der Blutkörperchen und des Faserstoffes im Blut, auch eine grössere Wärme haben.

Erst wenn man alle diese Thatsachen über die Ursachen der Wärmeerzeugung erwogen hat, lassen sich mit Erfolg die Untersuchungen über die von selbst entstehende Abnahme der Wärmeerzeugung im Winterschlaf und über die Ursache dieses letztern anknüpfen. Für's Erste darf man den Winterschlaf einiger Säugethiere nicht isolirt betrachten, sondern man muss von der Thatsache ausgehen, dass alle Thiere, wenn die äussere Temperatur unter ein gewisses Minimum herabsinkt, in Scheintod verfallen, erfrieren, ohne dadurch die Fähigkeit zum Leben gerade zu verlieren, dass aber dieses Minimum nach der Organisa-

tion und geographischen Verbreitung der thierischen Wesen verschieden ist.

1. Der Mensch zeigt hierbei offenbar eine grosse Tenacität der organischen Kräfte, indem er unter allen Climaten, wo sich thierische Wesen finden, im höchsten Norden, wie unter dem Aequator, seine eigene Temperatur unter günstigen Bedingungen erhält. Indessen wird auch er bei Mangel an Schutz durch Kälte (Reizentziehung) scheintodt, und zwar um so leichter, wenn die organische Kraft durch berauschende Mittel unterdrückt war.

2. Viele Thiere erleiden diesen Zustand leicht, wenn die zu ihrem Leben nöthige äussere Wärme, wodurch ihre geographische Verbreitung bestimmt ist, fehlt, und Vögel wandern wegen dieser Ursache.

3. Säugethiere, die bei einer gewissen niedern Temperatur im erwachsenen Zustande nicht in Scheintod verfallen, verfallen in Scheintod bei dieser Temperatur, wenn sie noch jung sind, wie Legallois Beobachtungen von 6 — 8wöchentlichen Kaninchen zeigen, welche durch äussere Wärme wieder belebt werden können. Da nun der beim Athmen statt findende Stoffwechsel als Ursache von Wärmeerzeugung durch die Kälte hier offenbar nicht zunächst beschränkt wird, da alle beim Scheintode durch Kälte eintretenden Symptome, Unempfindlichkeit, Schlafsucht, Kraftlosigkeit, vielmehr eine durch Reizentziehung bedingte Abnahme der organischen Kräfte zeigen, so muss man das geminderte Athmen als Folge, nicht als Ursache dieses Scheintodes ansehen, eben so wie bei der Ohnmacht durch Nervenzufälle, und die Abnahme der eigenen Wärme ist eben so eine Folge der Unterdrückung der organischen Kraft, die auch erst durch Verminderung der Athembewegungen und des Athmens die etwa in den Lungen bedingte Wärmeerzeugung verhindern könnte. Die Ursache, dass gewisse Thiere leichter in Scheintod durch Kälte fallen als andere, liegt also in ihrem zartern Bau und dem grössern Bedürfniss ihres organischen Processes, durch Wärme angefacht und gereizt zu werden. Dieses muss man auch als Ursache des Winterschlafs bei den Winterschläfern ansehen, bei dem nur das Eigenthümlichste ist, dass ihr Scheintod länger ohne Schaden ausgedehnt werden kann. Die von Saissy und Andern angeführten Ursachen des Winterschlafs sind zum Theil blosse Folgen von der Veränderung der organischen Kraft, zum Theil sind die angeführten Umstände unrichtig, wie Otto von der supponirten Grösse der äusseren Nerven bemerkt, so wie auch die von Mangili behauptete Kleinheit der Hirngefässe nach Saissy und Otto nicht vorhanden ist. Ueber die Kleinheit der Lungen lässt sich nach Saissy's Merkmalen nicht entscheiden.

Der Winterschlaf der Thiere gleicht daher ganz dem Winterschlaf der Pflanzen durch Reizentziehung, auch der sogenannte nächtliche Schlaf der Pflanzen, die Lageveränderung der Blätter, ist durch Reizentziehung, nämlich des Lichtes, bedingt, und tritt selbst zuweilen am Tag im Dunkeln ein (*Journ. de phys.* 52. 124.); während der Schlaf der Thiere durchaus nicht von Reizentziehung bedingt ist, sondern von der durch Thätigkeit bedingten Veränderung und Erschöpfung herrührt, daher auch zu jeder

Tageszeit natürlich ist, obgleich er mehrentheils aus zufälligen Ursachen mit der Nachtzeit zusammentrifft.

Der Sommerschlaf der Amphibien und des Tanrees scheint dagegen durch die von zu vieler Wärme bedingte Umstimmung der organischen Theile zu entstehen. Der Wassermangel scheint auch bei den sommerschlafenden Thieren mit eine Hauptursache des Verkriechens, und es ist also dieser Zustand durch Mangel des einen und zu starke Wirkung eines andern Lebensreizes bedingt. Vergl. Pastré *Nov. act. acad. nat. cur.* 14. 661. Es schliessen sich diese Thatsachen an die Erfahrungen über die deprimirenden Wirkungen eines hohen anhaltenden Wärmegrades auf die Functionen des Nervensystems bei dem Menschen an, und es lassen sich die Wirkungen der Wärme und Kälte hierbei sehr gut parallelisiren. Beide können sowohl Umstimmung der Reizbarkeit als Reizung, Entzündung und Brand bewirken. Eine plötzliche heftige Einwirkung der Kälte auf warme thierische Theile wirkt zersetzend. Aeusserst kalte Gegenstände fühlen sich auch schmerzhaft an und machen dann gefühllos. In noch höherm Grad entsteht Brand, örtlicher Tod. In geringeren Graden bewirkt die Kälte, verletzend durch Wärmeentziehung, Entzündungs- und Reizungssymptome bei dem Streben der Theile zur Herstellung des Gleichgewichtes. Bei einer mässigen Stärke wirkt die Kälte augenblicklich erregend. So macht kaltes Wasser augenblicklich die Haut ganz roth, wie ich selbst beim Baden im Fluss im October empfand; dies ist aber nur momentan und es folgen schnell Erscheinungen einer innern Umstimmung durch Wärmeentziehung. Man bedient sich der Kälte als Reiz in dieser Art zuweilen, um eine Umstimmung im Nervensystem zu bewirken, die wohlthätig werden kann. Auch ist kaltes Wasser in Fiebern mit sehr heisser trockner Haut mittelbar oft ein belebendes Reizmittel und stellt den Turgor der Haut her, wie die Wärme in kalten Theilen. Die secondären Wirkungen anhaltender Kältegrade sind immer Abspannung des Nervensystems. Die allmählige Einwirkung der Kälte bis zu einem hohen Grade versetzt Menschen in den Scheintod und die Winterschläfer in Winterschlaf durch Reizentziehung, während ein zu hoher Wärmegrad allmählig auch die Functionen des Nervensystems, aber wahrscheinlich durch Alteration herabsetzt, und in den Sandwüsten bei gleichzeitigem Mangel an Wasser asphyctisch macht, und den Sommerschlaf der Amphibien und des Tanrees in den heissen Climaten bedingt.

### 3. Lichtentwickelung.

Man weiss jetzt mit Sicherheit, dass das Leuchten des Meeres, jenes Licht, welches die bewegten Wellen, besonders hinter segelnden Schiffen, verbreiten, und welches bis zum 60. Grade südlicher Breite wahrgenommen worden, von thierischen Wesen herrührt. Es sind theils Infusorien, wie neuerlich Quoy und Gaimard bestätigen, theils Polypen (Veretillum, Seefedern), bei denen vorzüglich nur die Polypenblumen zu leuchten scheinen, viele, vielleicht alle Medusen der Tropenländer, auch einige Wür-

mer (Nereiden, Planarien) und Mollusken, besonders Pholaden, Salpen, Pyrosomen. Ueber Polynoe fulgurans, ein Ringelwürmchen, welches an dem Leuchten der Ostsee Antheil hat, S. Ehrenberg in Poggendorf's *Annal. d. Physik.* 1831. 9. Es scheint, dass auch das Wasser, was von diesen Thieren abfliesst, leuchtet, und dass das Leuchten nach dem Tode der Thiere einige Zeit fortdauert. Bei den Pholaden verschwindet das Licht in der Luftleere und kehrt beim Zutritt der Luft wieder. Getrocknete Thiere leuchten wieder etwas beim Reiben und Befeuchten mit Wasser. Meyen (*nov. act. nat. cur. Vol.* 16. *Suppl.*) unterscheidet 3 Arten von Leuchten des Meers: 1. von in Seewasser aufgelöstem Schleim, 2. durch Thiere, die mit einem leuchtenden Schleim bedeckt sind (Medusen, Pholaden), 3. durch Thiere mit Leuchtorganen (Pyrosomen, Oniscus fulgens). Bei Carcinium opalinum (Oniscus fulgens) liegen besondere Leuchtorgane im 4. und 5. Gliede des Leibes. Auch viele andere Crustaceen scheinen zu leuchten. Die leuchtenden Insecten sind Elater noctilucus, phosphoreus, ignitus, Pausus sphaerocerus Afzel., Scarabaeus phosphoreus, mehrere Arten Lampyris, Scolopendra electrica. Treviranus *Biol.* 5. 97. Bei den leuchtenden Springkäfern sind die Hauptstellen, welche leuchten, zwei ovale, mit dünnen durchsichtigen Platten bedeckte Stellen zu den Seiten des Brustschildes. Treviranus fand die leuchtende Substanz einerlei mit dem Fettkörper der Insecten. Bei dem Johanniswürmchen, Lampyris noctiluca, splendidula, strahlt das Licht aus der untern Seite der drei letzten Bauchringe, besonders aus 2 weisslichen Puncten am letzten Ringe; von Lampyris splendidula leuchten auch die Eier, und es scheint, dass auch selbst Puppe und Larve nicht ganz ohne Licht sind. Nach Treviranus sind hier die inneren Zeugungstheile der Sitz des Lichtes. Der scheinbar willkührliche Einfluss des Thieres auf das Leuchten geschieht nach Treviranus durch das Athemholen. Das Leuchten dauert in irrespirabeln Gasarten und im luftleeren Raum nicht fort oder nimmt wenigstens ab, worin alle Beobachter ausser Macartney und Murray übereinstimmen. Nach dem Tode des Thieres ist die Fähigkeit zu leuchten nicht ganz erloschen. Die leuchtenden Theile fangen selbst getrocknet von Neuem zu leuchten an, wenn man sie in Wasser aufweicht. Das Licht der Käfer nimmt in Wasser erst nach einigen Stunden ab, in Oel dagegen sogleich, kehrt aber wieder zurück, wenn das Thier, todt oder lebendig, in Dämpfe der rauchenden Salpetersäure gebracht wird. Siehe über alles dieses und das Nähere Treviranus *Biologie* a. a. O. Tiedemann's *Physiologie I.* 488—510. Gmelins *Chemie I.* 81—86. Es scheint nach allen bisherigen Untersuchungen Treviranus Ansicht am wahrscheinlichsten, dass das Leuchten von einer phosphorhaltigen Materie herrührt, die sich zwar unter dem Einflusse des Lebens combinirt, aber einmal gebildet auch einigermassen vom Leben unabhängig ist.. Mehrere Erscheinungen könnten glauben machen, dass die Leuchtkäfer Lichtsauger seyen, gleich den Bononischen Steinen, und das am Tage absorbirte Licht Abends wieder von sich geben, wie Carradori, Beccaria, Monti glaubten, besonders da ausser vielen mineralischen Substanzen (Schwefelbaryum mit schwefelsaurem Baryt ge-

mengt, Austerschalen mit Schwefelblumen geglüht u. a.) auch organische Theile im getrockneten Zustande (als Samen, Mehl, Stärkemehl, arab. Gummi, Federn, Käse, Eigelb, Muskelfleisch, Sehnen, Hausenblase, Leim, Horn) ziemlich gute Lichtsauger sind. Indessen widerspricht diesem, was Todd und Murray gefunden haben, dass Leuchtkäfer auch Abends leuchteten, wenn sie an dunkeln Orten aufbewahrt waren, obgleich Macartney und Macaire das Gegentheil beobachtet haben wollen. Tiedemann's *Physiologie. I.* 503. Unter den höheren Thieren kennt man kein Leuchten, als etwa das Phosphoresciren der Eidechsencier und das bisweilen beobachtete Phosphoresciren des Harns. Das Leuchten der Augen bei mehreren Säugethieren, besonders Raubthieren und namentlich Katzen, auch bei Kühen, Pferden, ist fast zum medicinischen Aberglauben geworden. Diejenigen Thiere scheinen zuweilen aus den Augen zu leuchten, welche Licht von einem pigmentlosen glänzenden Tapetum reflectiren, gleichwie besonders auch das pigmentlose Auge der weissen Kaninchen leuchtet, wie denn auch des Kakerlaken Sachs Augen leuchten sollten. Prevost hat die Ursache zuerst gezeigt. *Biblioth. britannique* 1810. *T.* 45. Er zeigte, dass das sogenannte Leuchten der Thieraugen niemals in vollkommener Dunkelheit und weder willkührlich noch durch Affecte hervorgebracht wird, sondern durch Reflexion von einfallendem Lichte entsteht. Gruithuisen hat unabhängig hiervon dasselbe gefunden. *Beiträge zur Physiognosie und Eautognosie p.* 199. Diese Ansicht theilt auch Rudolphi (*Physiologie I.* 197.) mit und bemerkt, dass das Leuchten nur bei einer gewissen Stellung, wo das reflectirte Licht in unser Auge geworfen wird, erscheint, und dass, wie auch Gruithuisen schon bemerkte, auch die Augen todter Katzen bei günstiger Stellung leuchten. Ich habe dieselben Beobachtungen gemacht und in meiner Schrift *Zur vergleichenden Physiologie des Gesichtssinnes, Leipz.* 1826. *p.* 49. erzählt. Niemals haben die *Albinos* oder Kakerlaken bei ihrem scheinbaren Leuchten der Augen selbst die Empfindung des Lichtes. Man sehe Schlegel's *Beitrag zur nähern Kenntniss der Albinos. Meiningen* 1824. *p.* 70. Ferner hat Esser (Kastner's *Archiv.* 8. 394.) Versuche über das Leuchten der Thieraugen angestellt. Die Augen von Katzen, Hunden, Kaninchen, Schafen und Pferden leuchteten nicht an ganz dunkeln Orten. Die Reflexion des Lichtes erfolgte sonst eben so gut noch nach Entfernung der Hornhaut, Iris, Linse. Ich freue mich, mit diesen Beobachtungen auch Tiedemann's Erfahrungen übereinstimmend zu finden, der das Leuchten an einem Katzenkopf bemerkte, der 20 Stunden vom Rumpfe getrennt war, *Physiol. p.* 509. Um so befremdender ist es, dass neuerlichst in einem sonst so ausgezeichneten Werke wie Rengger's Naturgeschichte der Säugethiere von Paraguay abermals das Ausströmen von Licht bei vielen americanischen Thieren behauptet wird, das nach Durchschneidung der Sehnerven aufhören soll. Ich kann jedoch meine Ueberzeugung von der Reflexion selbst auf dieses Zeugniss nicht ändern, und es wäre überhaupt eine blosse Mystification, wenn europäische Schriftsteller die Sache wahrscheinlicher fänden, weil sie von americanischen Katzen be-

obachtet ist. Der verdienstvolle und hochgeschätzte RENGGER kann sich hierbei leicht getäuscht haben. Wer für das Leuchten der Katzenaugen aus Neigung eingenommen, dem empfehlen wir, wie wir gethan haben, eine Katze in einen absolut dunkeln Raum mit sich zu nehmen und sich vom Gegentheil zu überzeugen, dabei aber die durch eine schnelle Bewegung unserer eigenen Augen und durch Zerrung des Sehnerven entstehende, bloss subjective Lichtempfindung nicht zu verwechseln.

Einige haben geglaubt, die Empfindungen von Licht beim Druck auf das Auge seyen auch hierher zu zählen. Allein diese Empfindung ist bloss subjectiv, wie der Schmerz in der Haut, weil alle Reizungen der Nervenhaut des Auges, mechanische, electrische, wie innere organische, z. B. der Blutandrang, Nervenverstimmung, subjective Lichtempfindung erregen. Niemals kann das ein Anderer sehen, wenn unser Auge die heftigsten subjectiven Empfindungen von Leuchten hat. Die subjectiven Gesichtsaffectionen sind bei jedem sehkräftigen Auge nicht selten und bei mir äusserst häufig, aber das sind subjective Bilder, Affectionen der Nervenhaut, welche keine äusseren Gegenstände beleuchten können, weil sie ohne Entwicklung jenes imponderabeln Fluidums sind, welches auch in unserm Sehorgan Lichtempfindung erregt und Licht genannt wird; es sind blosse Empfindungen, die so wenig beleuchten, als mein Schmerz einem Andern Schmerz, mein Ohrenbrausen einem Andern Ohrenbrausen macht. Niemals findet so etwas statt. Ich habe so viel mit subjectiven Gesichtsaffectionen experimentirt, ich müsste es beobachtet haben. Man vergleiche meine Bemerkungen über den gerichts-ärztlich vorgekommenen Fall, wo Jemand durch einen Schlag auf das Auge einen Räuber erkannt haben wollte. MUELLER's *Archiv für Anat. und Physiol.* 1834. *p.* 140.

---

## Uebersicht der speciellen Physiologie.

I. Von den allgemein verbreiteten thierischen Säften, von der Säftebewegung und dem Gefässsystem.
II. Von den organisch-chemischen Veränderungen in den organischen Säften und den organisirten Theilen.
III. Von der Physik der Nerven.
IV. Von den Muskelbewegungen, von der Stimme und Sprache.
V. Von den Sinnen.
VI. Von den Seelenäusserungen.
VII. Von der Zeugung.
VIII. Von der Entwicklung.

---

Der

# speciellen Physiologie

## Erstes Buch.

---

Von den allgemein verbreiteten organischen Säften, von der Säftebewegung und von dem Gefäss-system.

*I. Abschnitt.* Vom Blut.

I. Von der mikroskopisch-mechanischen Analyse des Blutes.
II. Von der chemischen Analyse des Blutes.
III. Von der Analyse des Blutes durch die galvanische Säule.
IV. Von den organischen Eigenschaften und Verhältnissen des Blutes.

*II. Abschnitt.* Von dem Kreislauf des Blutes und dem Blutgefässsystem.

I. Von den Formen des Gefässsystems in der Thierwelt.
II. Von den Erscheinungen des Kreislaufes.
III. Von dem Herzen als Ursache des Kreislaufes.
IV. Von den einzelnen Theilen des Gefässsystems.
V. Vom Verhalten der Gefässwände bei der Aufnahme und Ausscheidung der Stoffe.

*III. Abschnitt.* Von der Lymphe und dem Lymphgefässsystem.

I. Von der Lymphe.
II. Von dem Lymphgefässsystem.
III. Von den Actionen der Lymphgefässe.

## Der speciellen Physiologie

# Erstes Buch.

### Von den allgemein verbreiteten organischen Säften, von der Säftebewegung und von dem Gefässsystem.

---

## *I. Abschnitt.* Vom Blut.

Das Blut, dessen nicht genau bestimmbare Menge man beim erwachsenen Menschen sehr verschieden, von 8—30 Pfund geschätzt, ist die Flüssigkeit, welche die Stoffe zur Bildung und Erhaltung aller Theile des thierischen Körpers enthält, welche die zersetzte Materie aus den Theilen in sich zur Ausscheidung nach besonderen Organen aufnimmt, und welche durch neue Nahrungsstoffe, theils aus äusseren Stoffen, theils aus Materien, die schon organisirt waren, von dem Lymphgefässsystem aus ergänzt wird. Die Umwandlung dieser Materien in Blut ist wahrscheinlich weniger eine Wirkung einzelner Organe, als eine allgemeine Wirkung der organisirten Theile, da die Keimhaut, zu welcher sich der Keim durch Anziehung und Umwandlung der Eiflüssigkeiten ausbildet, vor der Existenz der mehrsten Organe, und nachdem die ersten Spuren der Centraltheile des Nervensystems gebildet sind, innerhalb der Area vasculosa schon das Blut erzeugt.

Das von den Lungen durch die Lungenvenen kommende und vermittelst der linken Herzkammer durch die Körperarterie und Aeste dem Körper zugetriebene Blut ist hochroth, das durch die Körpervenen zurückkehrende, und vermittelst der rechten Herzkammer durch die Lungenarterie und Aeste wieder in die Lungen getriebene Blut ist dunkelroth.

Das Blut ist bei einigen Wirbellosen (Anneliden) auch roth, unter den Mollusken wenigstens bei Planorbis röthlich nach Treviranus und meiner eigenen Beobachtung, bei vielen Wirbellosen ist es farblos.

Sowohl in den feinsten Gefässen eines durchsichtigen Theiles als ganz frisch nach dem Ausflusse mikroskopisch untersucht, besteht das Blut aus sehr kleinen rothen Körperchen und einer

klaren farblosen Flüssigkeit, *Lympha seu Liquor sanguinis*, welchen man nicht mit dem nach dem Gerinnen sich abscheidenden Blutwasser, *Serum*, verwechseln muss. Von Thieren, welche grössere Blutkörperchen haben, die nicht durch ein Filtrum von weissem Filtrirpapier gehen, wie beim Frosch, kann man noch vor dem Gerinnen sogleich einen Theil des farblosen Liquor sanguinis von den übrigen Theilen abseihen, und sich so eine Anschauung von der farblosen Blutflüssigkeit ausser den rothen Körperchen verschaffen. Die Körperchen des Blutes sind specifisch schwerer als die Flüssigkeit, und können daher keinen luftförmigen Stoff enthalten.

Das Blut des Menschen hat ein specifisches Gewicht von 1,0527 bis 1,057, einen salzigen Geschmack, reagirt schwach alcalisch, und verbreitet einen eigenthümlichen Geruch, Halitus sanguinis, der etwas verschieden ist bei verschiedenen Thieren, und am stärksten am Blute des männlichen Geschlechtes bemerkt wird.

Das aus der Ader gelassene Blut gerinnt in der Regel bei allen Wirbelthieren nach 2—10 Minuten (beim Menschen nach 3—7, bei Kaninchen schon nach 2 Minuten). Zuerst wird das Blut dabei zu einer zusammenhängenden gallertartigen Masse, die sich nach und nach zusammenzieht, und zuerst tropfenweise, dann immer stärker eine klare, schmutzig gelbliche Flüssigkeit auspresst, das *Serum, Blutwasser.* Das rothe Gerinnsel wird *Crassamentum, Placenta, Coagulum sanguinis, Blutkuchen* genannt. Das Blutwasser von 1,027 bis 1,029 spec. Gew. ist von salzigem Geschmack, bei den höheren Thieren schwach alcalisch, bei dem Frosche aber sehr undeutlich, fast indifferent. Hermann hielt das Blut für sauer reagirend. Da der Farbestoff der Blutkörperchen sich in Laemustinctur so gut wie in Wasser auflöst, so muss das mit Laemustinctur versetzte Blut ein röthliches Serum geben, was Hermann zu dem Fehlgriffe veranlasst hat, das Serum für sauer zu halten. Das Blutwasser enthält thierische Stoffe aufgelöst, namentlich *Eiweiss, Albumen,* das aber nicht von selbst gerinnt, sondern nur bei gewissen Einflüssen, wie von Erhitzung, 70° Cent. oder Säure, Alcohol u. A. Wird das rothe Coagulum lange in Wasser ausgewaschen, so löst sich die rothe Materie *Cruor,* in Wasser auf, und es bleibt eine weisse, fadenartige Materie zurück, welche man *Faserstoff, Fibrina,* nennt. Dieser Stoff sinkt in Blutwasser unter, gleichwie auch das rothe Coagulum, wenn es nicht zufällig beigemengte Luftblasen enthält. Bei Schwangeren, Wöchnerinnen, im acuten Rheumatismus und in Entzündungen, überhaupt aber, wenn das Blut langsamer gerinnt, senken sich die rothen Körperchen öfter schon vor dem Gerinnen unter das Niveau der Flüssigkeit; da nun aber doch die ganze Masse gerinnt, so ist der obere Theil des Gerinnsels weiss, Crusta inflammatoria, der untere roth. Wenn frisches Blut geschlagen wird, so werden die rothen Körperchen nicht mit dem Coagulum eingeschlossen, und der Faserstoff gerinnt sogleich in farblosen Fäden, die sich an den Stab anlegen, während das übrige nun flüssig bleibende Blut die rothen Körperchen schwebend enthält. Wird das frische Blut einer sehr niedern Tempe-

ratur ausgesetzt, so gefriert es und kann aufbewahrt werden, so dass es erst beim Aufthauen gerinnt. Alkalien verhindern die Gerinnung, schon ein Zusatz von 0,001 Aetznatrum, nach PREVOST und DUMAS; auch einige Salze, schwefelsaures Natron, salpetersaures Kali, kohlensaures Kali und Natron dem aus der Ader gelassenen Blut beigemengt, verhindern oder verzögern die Gerinnung des Blutes. Auch Viperngift und Tieunasgift hat nach FONTANA diese Wirkung, wenn 1 mit 20 Theilen Blut versetzt wird; dagegen Viperngift in Theile des lebenden Körpers gebracht, die Gerinnung des Blutes schnell herbeiführen soll. Bei Menschen und Thieren, die vom Blitz oder starken electrischen Entladungen getödtet sind, oder nach Vergiftungen von Blausäure, bei Thieren, die bis zum Tode gejagt, beim Tode nach starken Schlägen auf den Magen, worauf die Muskeln nicht todtenstarr werden sollen, vermisst man auch zuweilen die Gerinnung des Blutes in den Gefässen. ABERNETHY *physiol. lect. pag.* 246.

Das Blut gerinnt sonst ausser dem lebenden Körper sowohl in der Ruhe, als wenn es bewegt wird, auch bei einer Temperatur, welche der des lebenden Körpers gleich ist, es gerinnt im luftleeren Raum und in vollgefüllten, luftdicht verschlossenen Gefässen und in nicht atmosphärischen Gasarten. SCHROEDER VAN DER KOLK *comment. de sanguinis coagulatione. Groning.* 1820. *Diss. sist. sang. coagulantis historiam. Groning.* 1820. Die einzige Ursache der Gerinnung ist daher, dass sich die Mischung des Blutes nur unter dem Einflusse der lebenden Theile und namentlich der Gefässe erhält. Blut, welches im lebenden Körper aus den Blutgefässen austritt, gerinnt auch meistens. Nach SCHROEDER's Versuchen gerinnt das Blut ausserordentlich schnell nach gewaltsamer Zerstörung des Gehirns und des Rückenmarks, und man soll einige Minuten nach der Operation schon Coagula in den grossen Gefässen finden. MAYER beobachtete, dass nach Unterbindung des Nervus vagus das Blut in den Gefässen gerinne und so tödte, dagegen in 4 Versuchen bei 2 Hunden und 2 Kaninchen, die unter meiner Anleitung angestellt wurden, nach dieser Operation, als die Thiere unmittelbar nach dem erfolgten Tod untersucht wurden, nur 2mal im linken Herzen ein erbsengrosses Coagulum, keines in den Lungengefässen gefunden ward. HEWSON, PARMENTIER & DEYEUX und SCHRÖDER haben beobachtet, dass, je mehr die Lebenskraft eines Thieres abnimmt, die Gerinnung des aus der Ader gelassenen Blutes um so schneller eintritt. Mehrere Beobachter wollen eine Temperaturerhöhung bei der Gerinnung beobachtet haben, wie GORDON, THOMSON, MAYER, während J. DAVY und SCHROEDER diess auf das Bestimmteste in Abrede stellen J. DAVY *tentamen experimentale de sanguine. Edinb.* 1814. MECKEL's *Archiv.* 1. *p.* 117. Vergl. *ebend.* 2. 317. 3. 454. 3. 456. Ueber das Blut im Allgemeinen sind PARMENTIER und DEYEUX in REIL's *Archiv. B.* 1. *H.* 2. *p.* 76., HEWSON *vom Blute. Nürnb.* 1780., PREVOST und DUMAS, *Bibliothèque universelle T.* 17. *p.* 294. MECK. *Archiv.* 8., SCUDAMORE *über das Blut, aus d. Engl. Würzburg* 1826. und BERZELIUS *Thierchemie* 1831., DENIS *rech. experim. sur le sang humain. Paris* 1830. nachzusehen.

## *I. Capitel.* Mikroskopisch-mechanische Analyse des Blutes.

(Nach eigenen Untersuchungen. Poggend. *Annal.* 1832. 8.)

### a. Untersuchung der Blutkörperchen.

Ueber die Form der Blutkörperchen waren die Angaben der Schriftsteller, welche man in E. H. Weber's Ausgabe von Hildebrandt's *Anatomie* und Burdach's *Physiologie. Bd. IV.* vollständig zusammengestellt findet, sehr verschieden. Die vorzüglichsten Beobachter sind: Muys, Fontana (*Nouvi osservazioni sopra i globetti rossi del sangue. Lucca* 1766), Hewson (*experimental inquiries part.* 3. *Lond.* 1777), Prevost und Dumas (*Biblioth. univers. T.* 17. Meckel's *Archiv. T.* 8.), R. Wagner *zur vergleichenden Physiologie des Blutes*, 1834. Was ich hier mittheile, ist bloss das Resultat eigner Beobachtung. Um die Blutkörperchen zu untersuchen, darf man sie nicht mit Wasser verdünnen, man würde sie dann ganz anders sehen, als sie im lebenden Körper sind; das Wasser verändert ihre Form augenblicklich, die elliptischen Blutkörperchen werden auf der Stelle rundlich, auch verlieren die Blutkörperchen ihre Plattheit. Daher muss man die Blutkörperchen entweder ohne Beimischung ganz dünn auf dem Objectträger des Mikroskopes ausbreiten, oder man muss sie mit Blutserum verdünnen. Z. B. um die Blutkörperchen des Frosches zu untersuchen, wende ich einen Tropfen Serum von schon geronnenem Froschblute an, und setze dazu etwas von einem Tropfen frischen Froschblutes. Wasser, worin etwas Kochsalz oder Zucker aufgelöst ist, kann ebenfalls zur Verdünnung angewandt werden. Diese Auflösungen verändern die Blutkörperchen durchaus nicht. Die Vermischung des Bluts mit Wasser und der Gebrauch schlechter Instrumente haben die verschiedenen Angaben über die Form der Blutkörperchen veranlasst.

Ich finde die Blutkörperchen beim Menschen grösstentheils gleich gross; einzelne sind ein wenig grösser als die Mehrzahl derselben, aber nicht noch einmal so gross im Durchmesser. Beim Frosch sind sie ebenfalls meistens gleich gross, doch sieht man auch solche, die bei übrigens gleicher Form doch etwas kleiner sind, und gleichsam noch in der Bildung begriffen zu seyn scheinen. Nach Prevost und Dumas sind die Blutkörperchen des Embryo grösser. Beim Embryo des Kaninchens fand ich sie sehr ungleich; hier sieht man einzelne, welche mehr als noch einmal so gross als die Mehrzahl im Durchmesser sind, während die Mehrzahl durchaus in der Grösse denen des erwachsenen Kaninchens gleich kommt. Die Blutkörperchen der Froschlarven scheinen etwas kleiner, als die der erwachsenen Frösche, und sind viel blässer. Die Gestalt der Blutkörperchen ist bei verschiedenen Thieren sehr verschieden, sie sind indess, mögen sie kreisförmig oder elliptisch seyn, immer platt. Runde Scheiben sind sie beim Menschen und den Saugethieren; interessant wäre, zu wissen, wie sie wohl beim Schnabelthier und der Echidna seyn mögen. Elliptisch finde ich sie, übereinstimmend mit an-

deren Beobachtern, bei den Vögeln (Huhn, Taube), bei den Amphibien (Frosch, Salamander, Eidechse), und bei den Fischen, wo sie sich zuweilen, wie beim Karpfen, der runden Form nähern, ohne vollständig rund zu seyn. Rudolphi giebt sie von den Fischen rund an, wie ich sie früher, als ich sie noch nicht gut zu untersuchen verstand, bei Clupea alosa gefunden habe; diess scheint ein Beobachtungsfehler zu seyn, oder es rührte von Vermischung mit Wasser her, wovon die elliptischen Blutkörperchen der Fische, Amphibien, Vögel, nach meiner Beobachtung, jedesmal rund und kugelig werden. Später fand ich die Blutkörperchen von Clupea alosa wirklich elliptisch. Die elliptischen Körperchen der Amphibien und Vögel sind im Durchschnitt etwa noch einmal so lang als breit. Dass sie platt sind, diess habe ich nicht allein von den elliptischen Körperchen der Fische, Vögel und Amphibien, sondern auf das Bestimmteste auch von den kreisförmigen Körperchen des Kalbes, der Katze, des Hundes, des Kaninchens und des Menschen gesehen. Hierzu bedarf man aber guter optischer Instrumente. Von der Abplattung überzeugt man sich, wenn man den mit Serum, Kochsalz oder Zuckerwasser verdünnten Blutstropfen unter dem Mikroskop in Bewegung bringt, so dass viele von den Blutkörperchen beim Fliessen sich auf den Rand stellen. Am plattesten sind sie, im Verhältniss zu den andern Durchmessern, bei den Amphibien und bei den Fischen; unter allen Thieren finde ich sie am plattesten beim Salamander, sehr platt sind sie auch beim Frosch, wo ihre Dicke 8 bis 10 Mal geringer ist, als ihr Längendurchmesser. Die Blutkörperchen des Salamanders zeigen, wenn sie senkrecht auf dem Rande stehen, keine von der Mitte der beiden Seitenflächen hervorragende Erhöhung, sondern sind ganz gleichförmig platt; die der Frösche zeigen aber zuweilen, nicht immer deutlich, ein auf beiden Seiten hervorragendes mittleres Hügelchen, wenn sie senkrecht auf dem Rande stehen, so wie es Prevost und Dumas abgebildet haben. Obgleich, wie ich später zeigen werde, die Blutkörperchen einen innern Kern haben, so ragt doch dieser nur bei den Fröschen in der Mitte etwas hervor; bei allen übrigen Thieren dagegen ist er nicht hervorragend. Die elliptischen Blutkörperchen der Vögel sind sich ganz und gar ähnlich, zwar nicht so platt, wie die der Amphibien, sie sind jedoch entschieden platt, ungefähr in dem Verhältniss, wie ein Brod hiesigen Landes. Dass sie auch bei den Säugethieren und dem Menschen platt sind, davon konnte ich mich früher nicht überzeugen, wohl aber, nachdem ich ein kostbares Fraunhofer'sches Mikroskop anwenden konnte, und gelernt hatte, dass man mit Wasser nicht verdünnen dürfe. Die Abplattung ist bei den Blutkörperchen des Menschen und der Säugethiere ganz gleichförmig, und sie haben jedenfalls in der Mitte keine Erhöhung. Wenn sie auf dem Rande stehend gesehen werden, erscheinen sie wie ein kurzer, gleich dicker, dunkler Strich, der an beiden Enden nicht abgerundet, sondern fast scharf aufhört, ähnlich einer Münze, die man gegen den Rand ansieht. Doch ist der öfter gebrauchte Vergleich mit Münzen deswegen unrichtig, weil sie im Verhältniss zum Breitendurch-

messer nicht so dünn wie Münzen sind; sie sind beim Menschen nur 4 bis 5 mal so dünn als breit.

Die Blutkörperchen der nackten Amphibien sind die grössten, die ich kenne; die der Vögel und Fische und beschuppten Amphibien sind kleiner. Die Blutkörperchen des Menschen und der Säugethiere sind die kleinsten, und unter den Säugethieren sind sie bei der Ziege am kleinsten, wie PREVOST und DUMAS gefunden haben, und ich wiederfinde. Beim Kalbe sind sie ein Weniges kleiner als beim Menschen. Beim Menschen fand ich ihren Flächendurchmesser = 0,00023 — 0,00035 Par. Zoll. W. und E. WEBER, so wie WOLLASTON, geben sie zu 0,00020, KATER zu 0,00023, PREVOST und DUMAS zu 0,00025 P. Z. an, Die Blutkörperchen der Vögel, neben einander mit denen der Frösche untersucht, sind etwa halb so gross, als die der Frösche, die der Salamander sind etwas grösser, als die der Frösche, aber nicht $\frac{1}{3}$ grösser, sie sind etwas länglicher; die der Eidechse finde ich ungefähr $\frac{2}{3}$ vom Durchmesser derjenigen des Frosches. Die Blutkörperchen des Frosches sind, neben denen des Menschen untersucht, ungefähr vier Mal grösser, der Flächendurchmesser der Blutkörperchen des Menschen mit dem Längendurchmesser derselben beim Frosche verglichen. Auch das Blut der Wirbellosen enthält Körperchen, sie sind aber noch nicht gehörig untersucht.

In der Mitte der kreisförmigen und der elliptischen Blutkörperchen sieht man einen Fleck, der in den kreisförmigen rund, in den elliptischen elliptisch ist, und auf der Seite der Beleuchtung hell, auf der Seite des Schattens dunkel erscheint; er sieht zuweilen, und zwar bei den Vögeln, Amphibien und Fischen, wie ein Kern im Innern aus, besonders bei heller Beleuchtung, wo die Schatten wegfallen; zuweilen und zwar bei weniger heller Beleuchtung sieht er wie eine Erhöhung aus, und zwar bei den Fröschen vorzugsweise, durchaus nicht bei den Salamandern, und auch nicht bei Vögeln und Fischen. Bei den Fröschen glaubt man deutlicher eine elliptische Erhöhung zu sehen, wenn die Körperchen in wenig Serum enthalten sind; alsdann glaubt man auch beim Frosch eine Vertiefung zwischen dem wulstigen Rande und der mittlern elliptischen Erhöhung zu bemerken. Ich sage hier bloss, was man bei verschiedenen Bedingungen zu sehen glaubt, nicht was ich dafür halte. Da nun aber die Blutkörperchen der Vögel, Salamander und vieler Fische, auf dem Rande stehend, an den Seitenflächen nicht eine mittlere Hervorragung zeigen, so kann ihr mittlerer Fleck auch keine Erhöhung seyn, und der Fleck rührt von dem Kern des Blutkörperchens her, welches sich auf eine andere Art beweisen lässt. Da ferner die Blutkörperchen des Frosches, auf dem Rande stehend, zuweilen ein flaches Hügelchen an den Seitenflächen zeigen, so muss der Kern hier auch eine wirkliche unbedeutende Hervorragung bilden. (R. WAGNER hat indess auch an den Blutkörperchen vieler anderen Thiere, Amphibien und Fische diese Hervorragung beobachtet.) Die kreisförmigen Blutkörnchen des Menschen und der Säugethiere, durch ein gutes Instrument beobachtet, zeigen weder

auf dem Rande stehend irgend eine Spur von Hervorragung an den Seitenflächen, noch hat der Fleck, wenn man sie gegen eine der Flächen ansieht, jemals das Ansehn einer Erhöhung. Die Schriftsteller haben, indem sie beständig von einem Thier auf das andere schlossen, hier zum Theil viel Verwirrung herein gebracht. Die Beobachtungen von Prevost und Dumas habe ich dagegen in vielen Punkten bestätigen können. Die Blutkörperchen des Menschen und der Säugethiere sehen zuweilen in einer gewissen Beleuchtung so aus, als wenn sie vom Rande gegen die Mitte ganz seicht ausgehöhlt wären. Der Optiker Young ist geneigt, den Fleck für eine wirkliche Aushöhlung zu halten, ich will das nicht sagen. Es ist mir sogar in hohem Grad unwahrscheinlich, weil ich mich zuletzt überzeugt habe, dass die Blutkörperchen des Menschen und der Säugethiere einen sehr kleinen Kern enthalten, der die Dicke des platten Blutkörperchens hat. Wenn die Scheibchen schief stehen, so dass man etwas von der einen Fläche und etwas vom obern Rande sieht, so bildet der obere Rand einen dunkeln Halbkreis, nach der einen Seite convex, nach der andern concav. Aus meinen Beobachtungen, die ich sogleich anführen werde, ergiebt sich unzweifelhaft, dass die Blutkörperchen der Frösche und Salamander einen Kern enthalten, der sich ganz anders chemisch verhält, als die Rinde. Da in den Blutkörperchen der Fische und Vögel dieser Kern mikroskopisch gerade so erscheint, wie bei den Amphibien, so ist es schon hieraus sehr wahrscheinlich, dass auch die Blutkörperchen des Menschen und der Säugethiere einen Kern enthalten, was sich nur wegen der Kleinheit nicht so leicht wie dort direct beweisen lässt. Ich habe aber auch mit dem Fraunhofer'schen Mikroskope an den Blutkörperchen des Menschen bei einer gewissen Beleuchtung ganz deutlich einen sehr kleinen, runden, scharfbegränzten Kern gesehen, der mehr gelblich und glänzend aussah, als der durchscheinende Umfang. Wenn man die Blutkörperchen unter dem Mikroskope mit Essigsäure vermischt, so wird die Schale fast ganz aufgelöst, und es bleiben dann diese überaus kleinen Kerne übrig, die beim Menschenblut sehr schwer zu sehen sind, während sie vom Froschblut als ganz deutliche Kerne erscheinen, die man früher im Innern der Blutkörperchen gesehen hat. Beim Menschen sind die Kerne im Innern der Blutkörperchen so klein, dass sie nicht dicker sind, als der Durchmesser der Dicke des platten Blutkörperchens, und darum müssen sie nicht nothwendig eine Erhöhung in der Mitte bilden.

Im Blute der Frösche, so wie es aus dem Herzen selbst erhalten wird, habe ich noch eine zweite, viel kleinere Art von Körperchen gefunden, die sehr sparsam darin vorkommen; sie sind ganz rund, nicht platt, und ungefähr vier Mal kleiner als die elliptischen Blutkörperchen; sie kommen ganz mit den sehr sparsamen Körnchen der Lymphe der Frösche überein, die ich im 3. Abschn. beschreiben werde, und sind offenbar Lymphkügelchen von der in's Blut gelangenden Lymphe, oder Chyluskügelchen. Vielleicht entstehen aus den Lymph- und Chyluskügelchen

die Kerne der elliptischen Blutkörperchen. Doch sind die durch Essigsäure von der Hülle befreiten Kerne der Froschblutkörperchen zwar ungefähr so gross, als die seltnere Art von Körnchen im Blut und als die Körnchen der Lymphe; allein die beiden letzteren sind rund, die durch Essigsäure dargestellten Kerne der elliptischen Blutkörperchen sind dagegen elliptisch, und beim Salamander sogar noch deutlich platt. Auch sind die Chyluskügelchen von Säugethieren viel grösser, als die Kerne der Blutkörperchen derselben Thiere. Von den ganzen Blutkörperchen unterscheiden sich aber die Chyluskügelchen dadurch, dass die Chyluskügelchen in Wasser ganz unauflöslich sind, während die Blutkörperchen in Wasser bis auf ihre Kerne sich auflösen.

Man glaubt gewöhnlich, dass die Natur sehr schnell den zum Blut gelangenden Chylus in Blut umwandele; diess mag allerdings so seyn. Indessen werden die Chyluskügelchen im Blut auch durch ihre Zerstreuung zwischen den rothen Blutkörperchen unsichtbar. Wenn man aber die Gerinnung des Bluts von Säugethieren oder vom Menschen durch ein Minimum von unterkohlensaurem Kali verlangsamt, so sinken die rothen Blutkörperchen allmählig vor der Gerinnung einige Linien unter das Niveau der Flüssigkeit, und die darüber stehende Flüssigkeit ist weisslich, offenbar von den dem Blute beigemengten Chyluskügelchen. Bei der gewöhnlichen Gerinnung werden die Chyluskügelchen zwischen der ungeheuren Menge der rothen Blutkörperchen mit in das Coagulum eingeschlossen, daher das Serum durchscheinend und nicht weisslich ist, während in obigem Versuche vor der Gerinnung die leichten Chyluskügelchen im obern, die schwereren Blutkörperchen im untern Theil der Flüssigkeit suspendirt sind.

So lange die Blutkörperchen im Serum des Blutes enthalten sind, löst sich ihr Farbestoff nicht auf, wohl aber, wenn Wasser damit in Berührung kommt. Was Home (*Phil. Transact.* 1818.) von der leichten Zersetzbarkeit der Blutkörperchen gesagt hat, davon habe ich nichts bestätigt gefunden. Wenn Blut von Säugethieren geschlagen worden ist, so behalten die Blutkörperchen ihre Form, und mehrere Stunden später, ja selbst am andern Tage, mit den besten Instrumenten untersucht, zeigen die Blutkörperchen nicht die geringste Veränderung ihrer Form und Grösse. Selbst nach 24 Stunden ist fast nichts davon im Blutserum aufgelöst, und das Serum, welches in 24 Stunden einige Linien hoch über den im Serum suspendirten Blutkörperchen steht, ist gelb und farblos. Nach 12 bis 24 Stunden stehen die Blutkörperchen von geschlagenem Schaf- und Ochsenblut $1\frac{1}{2}$ Linien unter dem Niveau der Flüssigkeit. Von geschlagenem Menschenblut und Katzenblut sinken die Blutkörperchen etwas tiefer, nämlich 4 bis 6 Linien schon innerhalb einiger Stunden. Solches geschlagene und vom weissen Faserstoffgerinnsel befreite Blut hat ganz das Ansehen des natürlichen Blutes, die Kügelchen schweben darin, und wenn das Blut vom Schaf und Ochsen bei 15° C. mehrere Tage steht, so bleiben sie doch darin suspendirt und sinken nicht ganz zu Boden. Die rothen Körperchen von geschlagenem Ochsen- und Schafblut senken sich in mehre-

ren Tagen nur höchstens $2\frac{1}{2}$ Linien unter das Niveau der Flüssigkeit; das darüber stehende Serum, Anfangs farblos, färbt sich in mehreren Tagen nur ganz unbedeutend. Bringt man aber etwas Wasser zu geschlagenem Blute von Säugethieren, so löst sich ein Theil des Farbestoffes im Wasser auf, und ein grosser Theil der Blutkörperchen sinkt zu Boden. Die Blutkörperchen des Frosches sinken dagegen schon im blossen Serum des Froschblutes schnell zu Boden, und das Serum steht farblos darüber; so erhalten sich die Körperchen, bei nicht zu warmer Witterung, ohne die geringste Veränderung ihrer Form und Grösse mehrere Tage lang. Um von Froschblut ein mit Blutkörperchen gemengtes Serum zu erhalten, nehme ich das sich bildende Gerinnsel, so wie es sich bildet, nach und nach heraus, bis sich nichts mehr bildet; auch rühre ich das Gerinnsel vorher in der noch übrigen Flüssigkeit um, damit die sich anhängenden Blutkörperchen sich ablösen. Auf diese Art erhält man, nach weggenommenem Gerinnsel, Blutserum mit einer grossen Menge von Körperchen, während ein anderer Theil der Körperchen von dem Gerinnsel eingeschlossen ist. In diesem Zustande können die im Serum enthaltenen Blutkörperchen zu verschiedenen Versuchen dienen, worauf man ihre Veränderung mikroskopisch untersucht, während man frisches Blut wegen des sich bildenden Gerinnsels nicht gut zu Versuchen über das Verhalten der Blutkörperchen zu verschiedenen Stoffen brauchen kann.

Wenn man zu dem, auf die angezeigte Art bereiteten, von Gerinnsel befreiten Gemenge von Serum und Blutkörperchen des Frosches Wasser zusetzt, und das Gemenge umrührt, so löst sich der Farbestoff der Blutkörperchen allmählig im Wasser auf, und es bleibt zuletzt ein weisser Satz auf dem Boden des Uhrglases, der nun aus runden Kügelchen besteht, die viermal kleiner sind, als die Blutkörperchen, und der sich im Wasser nicht auflöst. Um die Auflösung des Farbestoffes in dem Wasser zu befördern, ist es gut viel Wasser zuzusetzen. Man vermischt in einem Uhrglase das Gemenge von Serum und Blutkörperchen des Frosches mit Wasser, so dass das Gläschen voll wird. Nun wartet man kurze Zeit, bis sich die Blutkörperchen zu Boden gesetzt haben, und senkt sodann das volle Uhrglas in ein grösseres Glas mit Wasser vorsichtig so ein, dass der Satz des Uhrglases nicht aufgerüttelt und zerstreut wird. So lässt man das Glas 12 bis 24 Stunden stehen, worauf der rothe Satz weiss geworden ist. Mikroskopisch untersucht, zeigt sich nun nichts mehr von den früheren elliptischen Blutkörperchen, dagegen eine grosse Menge 4mal kleinerer, rundlicher, nur zum Theil ovaler Kügelchen. Untersucht man den Satz in den Zwischenzeiten vor Ablauf der 12—24 Stunden, so kann man sich überzeugen, dass der Farbestoff in dem Maasse, als er sich im Wasser auflöst und dasselbe färbt, sich von den elliptischen Blutkörperchen entfernt hat, so dass sie immer kleiner werden, während der Kern derselben bleibt, bis zuletzt bloss der im Wasser unauflösliche farblose Kern übrig ist. Mit diesem weissen Satze kann man dann weiter kleine Versuche anstellen. Im Wasser sich selbst überlassen, löst er

sich nicht auf, sondern bildet zuletzt ein schleimiges, noch aus denselben kleineren Kügelchen bestehendes Wesen auf dem Boden des Glases. In Alkalien wird dieser Satz aufgelöst; Essigsäure verändert ihn in langer Zeit nicht. Der Action der galvanischen Säule ausgesetzt, verhält er sich so, wie eine Auflösung von Eidotter, wie später ausgeführt werden soll.

Dass sich der Farbestoff der Blutkörperchen ganz und in allen Verhältnissen im Wasser auflöst, wie Berzelius gegen Prevost und Dumas bemerkt, und dass er dann nicht in kleinen Fragmenten im Wasser suspendirt ist, davon kann man sich nicht allein am Blute des Menschen und der Säugethiere, sondern auch viel sicherer an den Blutkörperchen des Frosches überzeugen. Was aus den Kernen der Blutkörperchen des Menschen und der Säugethiere wird, wenn die Blutkörperchen mit Wasser gemengt werden, lässt sich wegen ihrer ausserordentlichen Kleinheit nicht ausmitteln, und es ist nach Analogie des Froschblutes nur wahrscheinlich, dass die in Wasser unauflöslichen Kerne im Wasser suspendirt bleiben, wenn man geschlagenes und vom Gerinnsel befreites Säugethierblut mit so viel Wasser verdünnt, dass aller Farbestoff der Blutkörperchen sich auflöst. Beim Gerinnen des ungeschlagenen Säugethierblutes bleiben die Kerne der Blutkörperchen mit dem rothen Coagulum verbunden, vielleicht selbst noch, wenn der Farbestoff aus diesem Coagulum schon ausgewaschen ist; vielleicht werden sie auch hierbei mit ausgewaschen (ohne wie der Farbestoff aufgelöst zu werden). Berzelius scheint die Unlöslichkeit des Farbestoffes im Serum von dessen Eiweissgehalt abzuleiten, und bemerkt, dass, wenn Wasser, womit der Blutkuchen ausgewaschen worden, Farbestoff absetzt, diess von anhängendem Serum herrühre. Ich theile ganz die Ansicht des grossen Chemikers, dass der Farbestoff der Blutkörperchen im Wasser in allen Verhältnissen löslich ist; indessen glaube ich, dass die Nichtauflösung des Farbestoffes im Serum nicht allein von der Auflösung des Eiweisses, sondern auch vorzüglich von der Auflösung der Salze im Serum herrührt. Wenn ich auf dem Objectträger des Mikroskopes zu einem Tröpfchen Froschblut einige Tropfen von einer wässrigen Auflösung von Eidotter zusetzte, so sah ich die Blutkörperchen fast eben so schnell ihre Gestalt verändern und rund werden, als wenn ich reines Wasser zusetzte. Wenn ich aber zu einem Tropfen Froschblut Tropfen von einer Auflösung eines solchen Salzes brachte, welches das Blut nicht zersetzt, z. B. von unterkohlensaurem Kali oder von Kochsalz, so veränderte sich die Form und Grösse der Blutkörperchen durchaus nicht. Auch Zuckerwasser wirkt wie Salzauflösung. Die Natur der Blutkörperchen wird sehr aufgeklärt durch ihr Verhalten gegen verschiedene Reagentien, welches man mit dem zusammengesetzten Mikroskope an den grossen Blutkörperchen der Frösche und Salamander allein deutlich beobachten kann. Man kann hierzu Tropfen frischen Froschblutes nehmen. Da sich indess in diesen ein Gerinnsel bildet, so ist es besser, wenn man sich auf die früher angezeigte Art durch Entfernen des Gerinnsels ein blosses Gemenge von Serum und Blutkörper-

chen des Froschblutes bereitet. Man bringt ein Tröpfchen davon auf den Objectträger des Mikroskopes, und breitet es aus, daneben bringt man einen Tropfen von einem Reagens. Während man nun observirt, bringt man beide Tropfen mit einander in Verbindung, und betrachtet die Veränderungen der Blutkörperchen; oder man betrachtet zuerst die Blutkörperchen für sich, setzt dann das Reagens auf dem Objectträger hinzu und betrachtet sie wieder. Dieser Methode habe ich mich beständig bei den folgenden Untersuchungen bedient.

Sehr merkwürdig ist die augenblickliche Veränderung der Blutkörperchen durch reines Wasser. Die Blutkörperchen des Menschen werden davon undeutlich, man sieht wegen der Kleinheit das Nähere nicht; doch glaube ich bemerkt zu haben, dass sie ihre Plattheit verlieren. Denn ich konnte beim Vorbeifliessen der Blutkörperchen unter dem Mikroskope keine mehr erkennen, die einen scharfen Rand bei veränderter Stellung sehen liessen. Am Froschblute sieht man aber Alles genau. So wie ein Tropfen Wasser mit einem Tropfen Blutes in Berührung kommt, werden augenblicklich die elliptischen platten Körperchen rund, und verlieren ihre Plattheit, so dass sich beim Vorbeifliessen keine mehr aufstellen und einen scharfen Rand sehen lassen. Ob sie dabei aufschwellen, weiss ich nicht; sie werden kleiner, als der Längendurchmesser der Ellipse war, aber doch grösser als der Breitendurchmesser derselben. Viele zeigen sich ungleich, uneben, verschoben; die meisten sind rundlich, aber ungenau. Der Kern hat sich durch die Berührung des Wassers bei vielen verschoben, er wird nicht mehr in der Mitte, sondern an der Seite gesehen, in anderen fehlt er ganz; solcher sind jedoch nur wenige, und diese scheinen durch die gewaltsame Veränderung, welche sie vom Wasser erlitten haben, ihre Kerne ausgetrieben zu haben; denn man sieht, so wie Blutkörperchen ohne Kerne, so auch elliptische Kerne ohne Hülle auf dem Sehfelde zerstreut, aber nicht zahlreich. Von den erwähnten kleineren Kügelchen des Froschblutes unterscheiden sich diese wenig zahlreichen ausgetriebenen Kerne durch ihre elliptische Gestalt. Nach und nach, wenn man mehr Wasser zusetzt, verändert sich auch die Grösse der rund gewordenen, zum Theil noch kernhaltigen, zum kleinsten Theil kernlosen Blutkörperchen. Sie werden unter den Augen des Beobachters kleiner, zerfliessen, und zuletzt, nach einiger Zeit, ist nichts mehr übrig als die Kerne, die sich im Wasser nicht auflösen. Wasser, worin unterkohlensaures Kali, oder Kochsalz, oder Salmiak, oder Zucker aufgelöst worden, verändert nicht im Geringsten die Form und Grösse der Blutkörperchen. Nur von gesättigter Auflösung von unterkohlensaurem Kali scheinen sie allmählig etwas kleiner zu werden. Bringt man Blutkörperchen des Frosches von dem vom Gerinnsel befreiten Gemenge von Blutkörperchen und Serum mit verdünnter oder concentrirter Essigsäure unter dem Mikroskope in Berührung, so werden sie augenblicklich unförmlich, zum Theil rund, und ihre Farbestoffhülle wird in einigen Minuten fast ganz aufgelöst, so dass nur die elliptischen Kerne übrig zu bleiben scheinen, welche zwischen

$\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{4}$ von der Breite der ganzen Blutkörperchen im Breitendurchmesser haben. Diess sind nicht etwa zusammengeschrumpfte Blutkörperchen, sondern es sind die unveränderten Kerne, die man schon früher sah, und um welche herum die Farbestoffhülle sichtbar kleiner wird, bis sie ganz aufgelöst scheint. Doch wird nicht die ganze Rinde von Farbestoff um den Kern aufgelöst; denn mit dem Fraunhofer'schen Mikroskope konnte ich mich überzeugen, dass ein sehr schmaler, überaus blasser, unscheinbarer Umriss um die deutlich erscheinenden Kerne herum geblieben war, dessen Durchmesser aber sehr viel kleiner ist, als der Durchmesser des ganzen Blutkörperchens. Diese Kerne entsprechen den Umrissen des ganzen Blutkörperchens. Beim Frosche scheinen sie nicht platt zu seyn, wenigstens nicht merklich; beim Salamander habe ich dagegen die Kerne, nach der Behandlung der Blutkörperchen mit Essigsäure, ganz deutlich platt gesehen, so platt wie die Blutkörperchen selbst. Beim Frosche sind sie ungefähr noch einmal so lang als breit, obgleich es auch einzelne giebt, die sich der runden Form mehr nähern; beim Salamander sind die Kerne länglicher, und haben fast parallele Seiten, während sie an beiden Enden abgerundet sind. Auf diese Art kann man durch Essigsäure auch die überaus kleinen Kerne von den Blutkörperchen des Menschen und der Säugethiere darstellen, die man jedoch nur bei der grössten Aufmerksamkeit mit einem sehr klaren Instrumente sieht.

Versetzt man unter Umrühren ein vom Gerinnsel befreites Gemenge von Blutkörperchen und Serum des Frosches in einiger Quantität mit Essigsäure, so erleiden die Blutkörperchen dieselbe Veränderung; aber man sieht nun auch, dass die Kerne, welche sich zu Boden setzen, ein hellbraunes Pulver bilden, welches sich in mehreren Tagen nicht auflöst, und später, mikroskopisch untersucht, noch aus denselben unveränderten Kernen der Blutkörperchen besteht. Faserstoff und Eiweiss wird sonst in Essigsäure nicht braun, sondern durchscheinend und allmählig etwas dadurch aufgelöst. Indessen scheint die braune Farbe des Pulvers von etwas noch anhängendem und vielleicht chemisch verändertem Farbestoff herzurühren; denn die Kerne der Blutkörperchen, welche man durch Behandlung der Blutkörperchen mit Wasser in grösserer Quantität auf die angezeigte Art erhält, sind weiss, und bleiben, mit Essigsäure begossen, ein weisser Satz. Die hierzu angewandte Essigsäure war als chemisch rein geprüft, und etwas mehr concentrirt als die Essigsäure der preussischen Pharmacopoe.

Salzsäure löste unter dem Mikroskope die Blutkörperchen nicht bis auf ihre Kerne auf, sie wurden nur unmerklich kleiner. Chlorgas entfärbte das Froschblut; zuerst wird es nämlich bräunlich, aber schnell ganz weisslich; dabei gerinnt das Eiweiss in Kügelchen. Später, mikroskopisch untersucht, zeigen sich in der weissen Materie noch die Formen der Blutkörperchen, sie sind aber etwas kleiner. Man kann den Versuch so anstellen, dass man die Röhre, wodurch man Chlorgas leitet, mit Froschblut inwendig bestreicht, oder dass man in ein mit Chlorgas gefülltes,

sehr enghalsiges Glas Froschblut hineinfliessen lässt und das Glas schnell verstopft. Das Blut fliesst nun eine Strecke an den Wänden herab, gerinnt aber sehr schnell. Sauerstoffgas und Kohlensäure verändern die Form der Blutkörperchen nicht.

Liquor kali caustici veränderte die Form der Blutkörperchen nicht, sondern machte sie in ihren natürlichen Dimensionen immer kleiner, so dass sehr schnell nicht allein die Hülle, sondern auch der Kern ohne Spur aufgelöst wurde. Liquor ammonii caustici löste die Körperchen noch schneller auf, und veränderte im Momente der Berührung schon die Körperchen ins Runde. Auch die Kerne wurden spurlos aufgelöst. Alkohol verändert die Körper nicht; sie schrumpfen nur ein wenig ein, und werden wegen der Kügelchen von Eiweiss, die sich durch Gerinnung aus dem Serum bilden und das Gesichtsfeld trüben, undeutlich. Strychnin und Morphium brachten in den Körperchen keine Veränderung hervor.

Die Blutkörperchen sind im arteriösen und venösen Blute von gleicher Form und gleicher Grösse, was mit den Angaben des sonst genauen Kaltenbrunner im Widerspruch steht, welcher behauptet, dass die Blutkörperchen in den Capillargefässen etwas anschwellen, und dass zugleich ihre Ränder weniger umschrieben werden und etwas zerfliessen. Ich fand auch, dass die Form der Blutkörperchen durchaus nicht verändert wurde, als ich Fröschen die Lungen ganz unterhand und darauf abschnitt, worauf sie noch 30 Stunden lebten, wahrscheinlich durch Athmen mit der Haut, wie die Fische in v. Humboldt's und Provencal's Versuchen. Ueber die Blutkörperchen der Wirbellosen siehe die oben angeführte, sehr reichhaltige Schrift von Wagner.

### b. Untersuchung der Blutflüssigkeit.

Unter Blutflüssigkeit, Liquor sanguinis, verstehe ich die farblose Flüssigkeit des Blutes ausser den rothen Blutkörperchen, und zwar so, wie sie vor dem Gerinnen des Blutes ist. Bei dem Gerinnen trennt sich diese Flüssigkeit in den Faserstoff, der vorher aufgelöst war, und beim Gerinnen die rothen Körperchen mit einschliesst, und in das Serum, welches nun noch den Eiweissstoff aufgelöst enthält. Wir werden in dieser mechanischen Analyse des Blutes zuerst den Faserstoff, dann das Serum abhandeln.

1) *Vom Faserstoff.*

Die gewöhnliche Ansicht von der Gerinnung des Blutes ist, dass das rothe Gerinnsel sich durch Aggregation der Blutkörperchen bilde, und dass die Kerne der Blutkörperchen eben die Faserstoffkügelchen sind, die von einer Hülle von Farbestoff bekleidet werden, der nach der Coagulation von den aggregirten Faserstoffkügelchen ausgewaschen werden kann, worauf weisses Coagulum zurückbleibt. Diese Ansicht haben besonders Home und Prevost und Dumas vorgetragen, und Dutrochet hat sie bei seinen neueren Untersuchungen über das Verhalten des Blutes zu der galvanischen Säule vorausgesetzt. Berzelius hat indess aus

dem Umstande, dass die Lymphe aufgelösten Faserstoff enthält, vermuthet, dass auch das Blut aufgelösten Faserstoff enthalten müsse, weil die Lymphe gleichsam eine von dem Blute abgeseihete Flüssigkeit sey. Man könnte als noch triftigern Grund hinzufügen, weil die Lymphe selbst ins Blut gelangt. Berzelius stellte daher vermuthungsweise die Ansicht auf, dass beim Gerinnen des Blutes der im Blute aufgelöste Faserstoff fest werde und die Blutkörperchen zwischen sich nehme. Diese Ansicht, dass der Faserstoff im Blute aufgelöst ist, ist schon zu verschiedener Zeit proponirt worden. Ich bin so glücklich gewesen, einen definitiven Beweis für Berzelius Vermuthung zu finden, und bin im Stande, zu zeigen, dass das rothe Coagulum des Blutes nur ein Gemenge von Faserstoff, der vorher aufgelöst war, und von Blutkörperchen ist.

Ich habe zuerst bemerkt, dass, wenn man Froschblut in einem Uhrglas auffängt, vor der Bildung des ganzen Blutcoagulums schon farblose, wasserhelle Gerinnsel entstehen, die man am Rande mit der Nadel hervorziehen kann; so sieht man auch Punkte und kleine Läppchen von farblosem, wasserhellem Gerinnsel, wenn man das Blut eine bis zwei Minuten nach dem Ausflusse vom Boden des Uhrglases abfliessen lässt. Diese kleinen farblosen Gerinnsel bleiben dann am Boden hängen. Um den Einwurf zu beseitigen, dass beim Abschneiden des Froschschenkels, wodurch man am leichtesten einen Blutfluss verursacht, Tropfen Lymphe mit ausgeflossen wären, deren aufgelöster Faserstoff diese Erscheinung bewirkt hätte, sammelte ich das Blut fernerhin aus der Schenkelarterie, beim Frosche die Art. ischiadica, welche an der hintern Seite des Oberschenkels zwischen den Muskeln verläuft, und die man sogleich auffindet, da sie neben dem grossen Nervus ischiadicus, dem Schenkelnerven, wie die Physiker ihn gewöhnlich nennen, liegt. Diese Arterie legte ich bloss, und sammelte das Blut unter mancherlei vorsichtigen Handgriffen allein aus diesem Gefässe, so dass ich sicher seyn konnte, dass ich reines Blut hatte. Eben so sammelte ich das Blut aus dem blossgelegten und angeschnittenen Herzen, was viel leichter ist. Jedesmal bemerkte ich vor dem vollständigen Gerinnen des Blutes das Entstehen kleiner wasserheller Gerinnsel. Brachte ich einen Tropfen reinen Blutes unter das Mikroskop und verdünnte ihn mit Serum, so dass die Blutkörperchen ganz zerstreut aus einander lagen, so konnte ich bei mikroskopischer Beobachtung sehen, dass zwischen den Blutkörperchen in den Zwischenräumen ein Gerinnsel von vorher aufgelöstem Stoff entstand, durch welches nun allein noch die ganz zerstreuten Blutkörperchen zusammenhingen. So konnte ich alle Blutkörperchen, so zerstreut sie auch waren, und so gross auch die Zwischenräume zwischen ihnen waren, doch zu gleicher Zeit verschieben, wenn ich mit der Nadel das die Zwischenräume ausfüllende Faserstoffgerinnsel zerrte. Da die Blutkörperchen des Frosches bei starken Vergrösserungen so ungemein gross erscheinen, so lässt diese Beobachtung die grösste Deutlichkeit zu, und es bleibt kein Zweifel übrig.

Es giebt indessen eine noch viel leichtere, und sogar noch

sicherere Art sich zu überzeugen, dass Faserstoff im Froschblute aufgelöst ist. Da ich aus Erfahrung wusste, dass die Blutkörperchen des Frosches ungefähr 4mal grösser sind, als die Blutkörperchen des Menschen und der Säugethiere, so schloss ich, dass das Filtrum sie vielleicht zurückhält, während es die Blutkörperchen des Menschen und der Säugethiere durchlässt. So ist es, und auf diese einfache Auskunft kam ich, wie es gewöhnlich geschieht, erst zuletzt; und nun freue ich mich, durch einen leichten Versuch in den Vorlesungen zeigen zu können, dass Faserstoff im Blute aufgelöst ist, der wasserhell durchs Filtrum geht und dann gerinnt. Der Versuch lässt sich ganz im Kleinen mit dem Blute eines einzigen Frosches anstellen; ein kleines gläsernes Trichterchen und ein Filtrum von gewöhnlichem weissen Filtrirpapier, oder nicht zu dünnem Druckpapier sind das Einzige, was man nöthig hat. Das Filtrum muss natürlich vorher nass seyn, und es ist gut, wenn man das eingegossene frische Blut des Frosches schnell mit eben so viel Wasser versetzt. Was dann von dem Filtrum abfliesst, ist ein fast ganz farbloses, klares Serum von Wasser verdünnt, mit einem ganz leichten Anfluge von Roth, von Farbestoff, welcher von zugesetztem Wasser aufgelöst worden. Da indessen die Auflösung des Blutroths von Froschblut durch Wasser ziemlich langsam geschieht, so ist das Durchgeseihte kaum röthlich zu nennen, und zuweilen ganz farblos. Wendet man statt des zugesetzten Wassers vielmehr Zuckerwasser an (1 Theil Zucker auf 200 Theile und mehr Wasser), so wird während der Filtration gar kein Blutroth aufgelöst, und das Durchgehende ist vollkommen farblos und ohne die geringste Spur einer Beimischung. Untersucht man das durchgehende Serum mit dem Mikroskope, so bemerkt man keine Spur von Kügelchen darin. In diesem klaren Serum entsteht nun innerhalb einiger Minuten ein wasserhelles Coagulum, so klar und durchsichtig, dass man es nach seiner Bildung nicht einmal bemerkt, wenn man es nicht mit einer Nadel aus der Flüssigkeit hervorzieht. Nach und nach verdichtet es sich und wird weisslich, fadenartig; es sieht dann gerade so aus, wie das Coagulum der menschlichen Lymphe in meinen Beobachtungen. Vergl. *Abschn.* 3. Auf diese Art erhält man den Faserstoff von Blut im reinsten Zustande, wie er bisher nicht dargestellt werden konnte. Um die rechte Sorte Filtrirpapier zu finden, muss man erst einige Proben machen. Ist das weisse Filtrirpapier zu dünn, so gehen einige wenige Blutkörperchen mit durchs Filtrum, die man erst bei mikroskopischer Untersuchung in dem klaren, farblosen Coagulum hier und da eingeschlossen findet. Hat man erst die rechte Sorte von Filtrum aufgefunden, so erhält man ein Coagulum von Faserstoff, worin auch keine Spur eines Blutkörperchens vorkömmt. Es versteht sich von selbst, dass nicht aller im Blute aufgelöste Faserstoff auf diese Art erhalten wird; der grösste Theil gerinnt innerhalb des Filtrums, weil er nicht vor seiner Gerinnung durchs Filtrum gelangen kann. Zu einem rohen Versuche kann man das Blut nehmen, wie man es nach der Amputation eines Froschbeines im Knie erhält, und es sogleich in das mit etwas kaum süss-

lich schmeckendem Zuckerwasser versetzte Filtrum austräufeln lassen. Allein dieser Versuch ist roh, weil hier etwas aus der Lymphe von dem Beine mit ausfliessen kann. Um mit reinem Blute des Frosches zu experimentiren, muss man das Blut aus dem blossgelegten und durchschnittenen Herzen selbst austräufeln lassen. Der Faserstoff, den man in diesen Fällen erhält, ist nicht deutlich körnig, sondern ganz gleichartig; erst wenn er sich zusammengezogen hat und weisslich geworden ist, sieht man mit dem zusammengesetzten Mikroskope ein ganz undeutlich feinkörniges Wesen, einen Anschein, der aber auch von Ungleichheiten der Oberfläche herrühren kann.

Man kann die Existenz von aufgelöstem Faserstoff im Blute des Frosches, wie auch in dem der Säugethiere und des Menschen noch auf eine andere Art beweisen. Indem man einem Gläschen voll Blut irgend eines Thieres oder des Menschen sogleich einige Tropfen von einer sehr concentrirten Auflösung von unterkohlensaurem Kali zusetzt, wird die Gerinnung sehr lange aufgehalten, und die Blutkörperchen senken sich allmählig unter das Niveau der durchsichtigen Flüssigkeit, ehe die Gerinnung eintritt. Nach $\frac{1}{2}$ bis 1 Stunde bildet sich ein zartes Gerinnsel; der untere Theil des Gerinnsels ist, so weit die Blutkügelchen stehen, roth, der obere ist weisslich und fadenziehend.

Prevost und Dumas haben die Quantität der Kügelchen im Blute verschiedener Thiere aus der Menge des rothen getrockneten Coagulums zu bestimmen gesucht, und diese Untersuchungen sind sehr dankenswerth. Berzelius hat indess bereits bemerkt, dass das Resultat einer solchen quantitativen Analyse nie genau ausfallen könne, weil das Coagulum eine grosse Menge Serum in sich einschliesse, das beim Trocknen sein Eiweiss und seine Salze zurücklässt, während das Abwaschen nicht allein Serum, sondern auch Blutroth entfernen würde. Da aber Prevost und Dumas von der Voraussetzung ausgingen, dass der Faserstoff des Blutes von den Kernen der Blutkörperchen herrühre, so bedürfen ihre Resultate einer neuen Correction. Was sie nämlich Menge der Kügelchen nennen, muss Summe der Kügelchen und des vorher aufgelösten Faserstoffes heissen. Mit dieser Correction behalten die zahlreichen quantitativen Bestimmungen der beiden Naturforscher ihren Werth. Diese Correction ist auch bei den sonst sehr dankenswerthen quantitativen Analysen von Lecanu über die Menge der Kügelchen in verschiedenen Temperamenten und Geschlechtern nöthig. Um die Menge des Faserstoffes im Blute verschiedener Thiere und in Krankheiten zu bestimmen, bedarf es ganz neuer Untersuchungen. Das beste Mittel dazu ist das Schlagen des Blutes.

Durch das Schlagen des Blutes lässt sich der vorher aufgelöste Faserstoff des Blutes als farbloses oder fast farbloses Gerinnsel erhalten, während die Blutkörperchen unverändert im Serum suspendirt bleiben. Untersucht man das Blut nach dem Schlagen, so hat es noch ganz sein natürliches Ansehen, man findet die Blutkörperchen gleichförmig schwebend, und, wofern kein Wasser zum Blute gekommen ist, auch unverändert. Ich weiss

nicht, woran es liegt, dass Berzelius das Gegentheil sagt. Er bemerkt nämlich, dass, wenn man nach dem Schlagen das Blut mit dem zusammengesetzten Mikoskrope untersuche, es keine Blutkörperchen mehr enthalte, sondern kleine, ungelöste, zerriebene rothe Körperchen, die in einer gelben Flüssigkeit schwimmen, und die Berzelius für Theile der Farbestoffhülle ansieht. Sie gehen beim Filtriren durchs Papier; diess thun indess auch die Blutkörperchen des frischen Blutes von höheren Thieren. Berzelius sagt, dass, wenn man das Blut mehrere Tage lang bei 0° aufbewahre, diese rothen Theilchen langsam zu Boden sinken und die Flüssigkeit sich über ihnen aufkläre, wiewohl sie zuweilen noch durch einen kleinen Theil aufgelösten Farbestoffs röthlich bleibe. Berzelius *Thierchemie.* Mit der Hochachtung, die ich gegen diesen grossen Mann hege, muss ich doch bemerken, dass ich die Blutkörperchen in dem geschlagenen Blute, so lange kein Wasser dazu kömmt, ganz unverändert wieder finde. Ich habe sie vom Kalbe und Ochsen, vom Menschen und von der Katze in diesem Zustande mit dem Fraunhofer'schen Mikroskope und noch einem andern Instrumente untersucht, und sie weder in der Grösse noch in der Form verändert gefunden, so dass ich sogar noch eben so gut ihre Abplattung erkennen konnte, wie im frischen Blute.

Das Schlagen des Blutes gewährt den ausserordentlichen, durch keinen Kunstgriff zu ersetzenden Vortheil, die unversehrten Blutkörperchen von dem vorher aufgelösten Faserstoffe abzuscheiden. Filtrirt man durch Leinentuch die aufgeschwemmten Theile ab und wäscht den Faserstoff von anhängendem Serum rein, so hat man nach dem Trocknen desselben sicher die in einer gewissen Quantität Blut enthaltene Menge des Faserstoffs. Dagegen lässt sich die Menge der Blutkörperchen nicht sicher bestimmen. Wenn man die Menge des rothen Coagulums in 100 Th. Blut bestimmt und die Menge des Faserstoffs in 100 Th. Blut davon abzieht, so erhält man zwar die Menge der in diesem Coagulum enthaltenen Blutkörperchen, allein vermengt mit einer unbestimmten Menge Eiweiss von dem Serum, welches in das Coagulum eingeschlossen war, und dessen Eiweiss und Salze beim Trocknen zurückbleiben. Es giebt einen Ausweg, den Lecanu zur Bestimmung der Menge des Blutroths eingeschlagen zu haben scheint; allein er beruht auf einer Voraussetzung. Man bestimmt die Menge von Eiweiss im Serum des Blutes, man trocknet geschlagenes Blut desselben Thieres, vom Faserstoff befreit, ein und bestimmt die Menge Wasser, die es verliert. Wenn man nun voraussetzt, dass dieses Wasser ganz gleichförmig so viel Eiweiss aufgelöst enthielt, als man in dem Serum gefunden hatte, wenn man also annimmt, dass das die Substanz der Blutkörperchen durchdringende Wasser ebenfalls gleichviel Eiweis aufgelöst enthalte, so kann man die Menge des im eingetrockneten Gemenge von Serum und Blutkörperchen des geschlagenen Blutes befindlichen Eiweisses bestimmen, und es bliebe die Quantität der Blutkörperchen übrig. Diess beruht aber auf einer ganz unerweisbaren Voraussetzung.

Da sich nur die Quantität des vorher aufgelösten Faserstoffes sicher; und zwar aus geschlagenem Blute bestimmen lässt, so habe ich mich nur damit beschäftigt. Vom 3627 Gran geschlagenen Ochsenblutes erhielt ich 18 Gran Faserstoff im getrockneten Zustande, von 3945 Gran Ochsenblut, das nicht geschlagen wurde, 641 Gran rothes Coagulum im getrockneten Zustande; diess macht auf 100 Th. Ochsenblut 16,248 Th. trocknes rothes Coagulum, worin 0,496 Faserstoff enthalten sind. Nach Fourcroy enthält das Blut 0,0015—0,0043 trockne Fibrin, nach Berzelius enthalten 1000 Th. 0,75, nach Lassaigne 1,2 trockne Fibrin. Aus 22 Beobachtungen fand Lecanu (*Transact. med.* 6. *Oct.* 1831. 92.) die Menge der trocknen Fibrin zu1,360—7,235 auf 1000 Th. Menschenblut.

Prevost und Dumas haben im arteriellen Blute mehr Blutkörperchen gefunden als im venösen; diess muss auch wieder heissen, mehr rothes Coagulum. Da das Arterienblut ernährt, und da beständig Lymphe mit aufgelöstem Faserstoffe von den Organen kömmt, so lässt es sich schon erwarten, dass das Arterienblut mehr Faserstoff enthalten müsse als das Venenblut. So haben es auch Mayer und Berthold in mehreren Versuchen gefunden. Es schien mir indess nothwendig, mich hierüber durch einen Versuch selbst zu vergewissern. Von einer Ziege sammelte ich aus der Jugularvene 1392 Gran, kurz darauf aus der Carotis 3004 Gran Blut. Beide Blutarten wurden geschlagen, wobei das Ausspritzen des Blutes sorgfältig verhindert wurde. Das Arterienblut lieferte $14\frac{1}{2}$ Gran, das Venenblut $5\frac{1}{2}$ Gran trokkenen Faserstoff. Das Arterienblut der Ziege enthielt also 0,483 Procent, das Venenblut 0,395 Procent aufgelösten Faserstoff. Nach Denis verhält sich der Gehalt von Faserstoff im venösen und arteriösen Blute wie 24 : 25; nach Berthold bei Ziegen wie 366:429, bei Katzen wie 474:521, bei Hammeln wie 475:566, bei Hunden wie 500:666. (Bundach *Physiol.* 4. 382.) Das Mittel aus diesen Beobachtungen ist, dass sich der Faserstoff im Arterien- und Venenblut wie 24:29 verhält.

Die Materie, welche bisher als Faserstoff des Blutes chemisch untersucht worden ist, ist der im Blute aufgelöste Faserstoff, der, im Fall das Blut geschlagen wurde, rein erhalten ward, im Fall der Faserstoff aus rothem, ausgewaschenem Coagulum erhalten wurde, auch noch die Kerne der Blutkörperchen enthalten konnte. Der Betrag dieser Kerne kann indess nicht gross seyn, denn wenn man rothes Coagulum auf dem Filtrum auswäschst, so ist die Quantität des erhaltenen Faserstoffs nicht merklich verschieden von derjenigen, welche man erhält, wenn man Blut schlägt. Es könnte seyn, dass diese im Säugethier- und Menschenblute jedenfalls kleinen Kerne beim Auswaschen sich grösstentheils von dem Coagulum ablösen und in einer Farbestoffauflösung mit suspendirt enthalten sind, so wie man beim blossen Rütteln des rothen Coagulums vom Frosch und von Säugethieren selbst eine ausserordentliche Menge sich ablösender unveränderter ganzer Blutkörperchen mit Serum erhält. In einer Farbestoffauflösung können diese Kerne nicht leicht mit dem Mikroskope entdeckt werden, wenn sie auch wirklich darin enthalten

sind. Wenn man von Menschenblut einen Tropfen mit mehreren Tropfen Wasser unter dem Mikroskope verdünnt, so werden die Blutkörperchen ununterscheidbar, der Farbestoff löst sich im Wasser auf, ohne dass man deutlich die Kerne sieht; vermischt man einen Tropfen Menschenblut mit Essigsäure unter dem Mikroskope, so sieht man nur mit genauer Noth noch die kleinen Kerne. Ob die Kerne der Blutkörperchen, die ich vom Froschblut erhalten habe, Faserstoff sind oder nicht, weiss ich nicht; sie haben die allgemeineren Eigenschaften des geronnenen Faserstoffs und geronnenen Eiweisses, sie lösen sich leicht in Alkalien und schwer in Säuren, selbst in Essigsäure verändern sie sich innerhalb eines Tages nicht, da Essigsäure sonst von Faserstoff etwas aufnimmt. In Essigsäure bilden die Blutkörperchen des Frosches, in kleinen Mengen zugesetzt, ein braunes Pulver, das, mikroskopisch untersucht, noch etwas von der blass gewordenen Farbestoffhülle zeigt. Faserstoff wird in Essigsäure durchsichtig; indess kann die braune Färbung der ellipsoidischen Kerne, wie ich schon bemerkte, vielleicht auch von anhängendem Farbestoff herrühren. Wenigstens färbte sich der weisse Satz von Kernen der Blutkörperchen des Frosches durch Essigsäure nicht; jener weisse Satz nämlich, den man erhält, wenn man ein Gemenge von Serum und Blutkörperchen mit viel Wasser verdünnt.

In der Entzündung und in einigen anderen Fällen gerinnt das Blut auf eine etwas abweichende Art. Nämlich ehe das Blut ganz zu einer Gallerte gesteht, senken sich schon die rothen Blutkörperchen unter das Niveau der Flüssigkeit, so dass das flüssige Blut vor dem Gerinnen unten roth und oben farblos oder weisslich aussieht. Nun erst gerinnt es zu einer gallertartigen Masse, die unten roth, oben weiss oder graugelb ist, und allmählig, wie gewöhnlich, das Serum austreibt. Indem sich der Kuchen zusammenzieht, verkleinern sich der obere und der untere Theil in ungleichem Verhältnisse; der graugelbe oder weissgelbe obere Theil des Kuchens zieht sich fester zusammen, und sein Durchmesser wird zuletzt viel kleiner als der Durchmesser des untern Theiles des Kuchens, obgleich der Kuchen vorher in jeder Höhe den Durchmesser des Gefässes selbst hatte. Die Ursachen dieser besondern Art der Gerinnung sind folgende: Wenn sich im entzündlichen Blute die rothen Körperchen schon vor der Gerinnung durch irgend einen Grund senken, während sie sich im gesunden Blute bis zu der Zeit der Gerinnung noch nicht gesenkt haben, so gerinnt zwar der Faserstoff in der ganzen Masse des Blutes, allein der untere Theil des Gerinnsels enthält die gesunkenen rothen Körperchen eingeschlossen, der obere Theil des Gerinnsels ist ohne rothe Körperchen, und heisst nun crusta inflammatoria, obgleich die Materie dieser Kruste auch durch den rothen Kuchen verbreitet, und nichts weiter ist, als der geronnene, vorher aufgelöste Faserstoff. Dass der farblose obere Theil des Gerinnsels sich enger und fester zusammenzieht als der untere rothe Theil, ist sehr natürlich, weil der untere rothe Theil des Faserstoff-Coagulums durch die mit eingeschlossenen rothen Körperchen in einem gewissen Grade von

Ausdehnung erhalten wird. Man kann es dem Blute immer vorher schon ansehen, wenn es eine Kruste, d. h. einen obern farblosen Theil des Coagulums erhalten soll; denn da die Bedingung dazu die Senkung der rothen Körperchen unter das Niveau ist, so sieht man an dem Blute, worauf nachher eine crusta inflammatoria entsteht, den obersten Theil der Flüssigkeit vor dem Gerinnen zuerst durchscheinend, dann weisslich werden. Diess ist das durch die ganze Masse verbreitete, aufgelösten Faserstoff enthaltende Serum, welches vor dem Gerinnen des Faserstoffs einen weisslichen opalisirenden Anschein erhält. Hewson und Babbington (*Medico-chirurgical Transact. Vol. XVI. p.* 11.) haben gezeigt, dass man dieses farblose Serum vor dem Gerinnen mit einem Löffelchen abschöpfen kann, und dass dieses abgeschöpfte Serum noch gerinnt. Dieses habe ich auch am Blute einer Schwangern bestätigt gesehen.

Es fragt sich nun, was ist die Ursache, dass meistens im Blute der Entzündung, des acuten Rheumatismus und der Schwangeren die rothen Körperchen vor der Gerinnung sich senken, wodurch der obere Theil des aufgelösten Faserstoffs farblos gerinnen kann. Man könnte die Ursache in einer geringern specifischen Schwere der Blutflüssigkeit im Verhältnisse zu den rothen Körperchen jener Blutarten suchen, jedoch ist, soviel man weiss, Serum von entzündlichem Blute nicht specifisch leichter, als Serum von gewöhnlichem Blute. Da entzündliches Blut, wie man allgemein annimmt, in der Regel langsamer gerinnt als gesundes Blut, so können die rothen Körperchen des entzündlichen Blutes noch vor der Gerinnung Zeit haben, sich unter das Niveau zu senken. Diess war schon Hewson's Ansicht von der Entstehung der crusta inflammatoria. Um diese Ansicht zu prüfen, habe ich eine Reihe von Beobachtungen mit verschiedenen Blutarten, und zwar zuerst mit geschlagenem Blute angestellt. Ich wollte zunächst wissen, in wie viel Zeit die Blutkörperchen im geschlagenen Blute sich zu senken anfangen. Ich habe schon bemerkt, dass diess in geschlagenem Schaf- und Ochsenblut überaus langsam geschieht; viel schneller senken sich die Blutkörperchen im geschlagenen Katzenblute und geschlagenen gesunden Menschenblute; sie sinken z. B. hier innerhalb einer Viertelstunde eine Linie, und innerhalb mehrerer Stunden 4 bis 6 Linien unter das Niveau. Allein dieses Factum ist doch nicht hinreichend, die crusta inflammatoria zu erklären, wenn auch das entzündliche Blut langsamer gerinnt, denn so langsam gerinnt es nicht, und gleichwohl hat die crusta inflammatoria zuweilen eine Höhe von $\frac{1}{2}$ Zoll. Nun habe ich ferner beobachtet, dass sich die Blutkörperchen in Menschenblut und Katzenblut (nicht in Ochsen- und Schafblut), dessen Gerinnung man durch Zusatz von etwas unterkohlensaurem Kali verlangsamt, schneller unter das Niveau senken als in geschlagenem Blute, woraus der Faserstoff entfernt ist. In allen Fällen bewährte es sich, dass die Blutkörperchen von gesundem Menschenblute, dessen Gerinnung ich aufgehalten hatte, schon in 5 bis 6 Minuten um 1 bis $1\frac{1}{2}$ Linien unter das Niveau gesunken waren, und dass sie innerhalb einer Stunde 4

bis 5 Linien unter dem Niveau standen. Das darüber stehende Fluidum wurde allmählig weisslich, und wenn nicht zu viel kohlensaures Kali zugesetzt war, so gerann es in einen weichen, fadenziehenden Faserstoff, der in einem Falle, selbst bei nicht entzündlichem Blut, ziemlich fest wurde und eine Art Kruste bildete. Von Katzenblut erhielt ich dieselben Resultate. Indem ich also die Gerinnung verlangsamte, besass ich das Mittel, den Vorgang bei der crusta inflammatoria künstlich zu erzeugen. Der Unterschied liegt nur darin, dass der Faserstoff des farblosen Gerinnsels mehr weich und fadenziehend ist, was vielleicht von dem Einflusse des kohlensauren Kali herrührt. In wahrhaft entzündlichem Blute ist die Kruste schon darum fest, weil, wie Scudamore gezeigt hat, das entzündliche Blut mehr Faserstoff enthält.

Fragt man, warum die Blutkörperchen im frischen, gesunden Blute bald sich zu senken anfangen, während sie im geschlagenen Blute, selbst wenn es entzündlich war, sich ungemein langsam senken, so scheint die Antwort schwer. Da geschlagenes Blut specifisch leichter ist, als das Blut sonst ist, so muss das Phänomen eine andere Ursache als in der specifischen Schwere haben. Vielleicht ist die Adhäsion der Blutkörperchen zur Flüssigkeit des Blutes, worin noch Faserstoff aufgelöst ist, geringer als zum Serum des geschlagenen Blutes, woraus der Faserstoff entfernt ist.

John Davy hat indess darauf aufmerksam gemacht, dass entzündliches Blut nicht immer langsamer gerinnt. In diesen Fällen können sich vielleicht die Blutkörperchen schon darum schneller senken, weil entzündliches Blut mehr aufgelösten Faserstoff enthält, da die Auflösung des Faserstoffs im Blute überhaupt das Blut geneigt macht, die Blutkörperchen schneller sinken zu lassen als es in Blut geschieht, woraus der Faserstoff entfernt ist. Hiernach sind die Hauptursachen des Senkens der Blutkörperchen und der crusta inflammatoria sowohl die langsamere Gerinnung, als die grössere Quantität des aufgelösten Faserstoffs. Wenn zuweilen auch andere Blutarten eine lockere Kruste absetzen, unter Umständen, wo man mehr eine anfangende Zersetzung des Blutes vermuthen sollte, als eine grössere Quantität von Fibrin, so kann diess hinreichend aus der langsameren Gerinnung eines solchen Blutes erklärt werden, da auch gesundes Blut, wie ich gezeigt habe, ziemlich schnell die Blutkörperchen sinken lässt, und später ein oberes farbloses Gerinnsel bildet, sobald man nur die Gerinnung verlangsamt.

2) *Vom Blutwasser.*

Die Blutflüssigkeit, *liquor sanguinis*, welche den Faserstoff aufgelöst enthält, zersetzt sich beim Gerinnen in einen flüssig bleibenden Theil und Faserstoff, welcher beim Gerinnen die Blutkörperchen zwischen sich nimmt und den Blutkuchen bildet. Das neue übrig bleibende Flüssige wird Blutwasser oder Serum genannt, welches also wohl von der ursprünglichen Blutflüssigkeit zu unterscheiden ist. Das Serum ist gelblich, von salzigem Geschmack und 1,027 bis 1,029 specifischem Gewicht; es reagirt bei höheren Thieren deutlich alcalisch und gesteht beim Erhit-

zen bis 70° — 75° C. durch Gerinnung des darin aufgelösten Eiweisses (*albumen*) zu einer Gallerte, im luftleeren Raum, wie in der atmosphärischen Luft, dagegen der Faserstoff vom Blut ausser den Adern ohne alle äusseren Einflüsse von selbst gerinnt. Der wesentlichste Bestandtheil des Blutwassers ist Eiweiss. Ausserdem enthält das Serum freies Alcali (Natron, auch Kali nach Berzelius), wahrscheinlich mit Eiweiss verbunden, und Salze von diesen Basen. Prevost und Dumas haben die relative Quantität der festen Bestandtheile im Blutwasser zu den übrigen bei vielen Thieren bestimmt.

| | 100 Theile Blut. | | | 100 Theile Blutwasser. | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Blutkuchen. | Eiweiss. | Wasser. | Eiweiss. | Wasser. |
| Mensch | 12,92 | 8,69 | 78,39 | 10,0 | 90,0 |
| Simia Callitriche | 14,61 | 7,79 | 77,60 | 9,2 | 90,8 |
| Hund | 12,38 | 6,55 | 81,07 | 7,4 | 92,6 |
| Katze | 12,04 | 8,43 | 79,53 | 9,6 | 90,4 |
| Pferd | 9,20 | 8,97 | 81,83 | 9,9 | 90,1 |
| Kalb | 9,12 | 8,28 | 82,6 | 9,9 | 90,1 |
| Schaaf | 9,35 | 7,72 | 82,93 | 8,5 | 91,5 |
| Ziege | 10,20 | 8,34 | 81,46 | 9,3 | 90,7 |
| Kaninchen | 9,38 | 6,83 | 83,79 | 10,9 | 89,1 |
| Meerschweinchen | 12,80 | 8,72 | 78,48 | 10,0 | 90,0 |
| Rabe | 14,66 | 5,64 | 79,70 | 6,6 | 93,4 |
| Reiher | 13,26 | 5,92 | 80,82 | 6,8 | 93,2 |
| Ente | 15,01 | 8,47 | 76,52 | 9,9 | 90,1 |
| Huhn | 15,71 | 6,30 | 77,99 | 7,5 | 92,5 |
| Taube | 15,57 | 4,69 | 79,74 | 5,5 | 94,5 |
| Forelle | 6,38 | 7,25 | 86,37 | 7,7 | 92,3 |
| Aalraupe | 4,81 | 6,57 | 88,62 | 6,9 | 93,1 |
| Aal | 6,00 | 9,40 | 84,60 | 10,0 | 90,0 |
| Landschildkröte | 15,06 | 8,06 | 76,88 | 9,6 | 90,4 |
| Frosch | 6,90 | 4,64 | 88,46 | 5,0 | 95,0 |

Hieraus geht hervor, dass beim Menschen im Blutwasser ungefähr $\frac{1}{10}$ anderweitige Bestandtheile und besonders Eiweiss aufgelöst sind, und dass sich diess Verhältniss so ziemlich bei den Thieren bis zu den Fischen erhält, während nur die relative Menge des Blutkuchens (Kügelchen und Faserstoff zusammen) im Blute bei den *nackten* Amphibien und Fischen abnimmt. Beim Menschen verhalten sich die festen Theile des Blutkuchens zu den im Blutwasser aufgelösten Theilen wie 12,92: 8,69 oder ungefähr wie 3: 2. Das Blut der fleischfressenden Thiere liefert mehr Blutkuchen als das der pflanzenfressenden. Nach J. Davy liefert das Blut vom Lamm weniger und weicheres Coagulum als das vom erwachsenen Schaaf, wie denn auch sowohl Fourcroy als ich das Coagulum beim Foetus weicher fanden. Nach Berthold (*Beiträge zur Anat., Zool. u. Physiol. Gött.* 1831) scheint die Menge des Faserstoffs bei den kaltblütigen Thieren nicht geringer, wohl aber die des Cruors.

Lecanu hat das Blut bei den verschiedenen Geschlechtern, Altern, Temperamenten untersucht. Diese Arbeit macht in diesem Theile der physiologischen Chemie eine neue Epoche, er scheint mit Genauigkeit eine ausserordentliche Anzahl von Beobachtungen gemacht und verglichen zu haben. *a. a. O. p.* 94 — 107. Lecanu fand die Quantität des Wassers in 1000 Blut variiren von 778,625 — 853,135. Mittel 815,880. Beim Weib ist die Variation 790,394 — 853,135. Beim Mann ist die Variation 778,625 — 805,263. Hiernach enthält das Blut des Weibes mehr Wasser, was auch Denis fand in 24 Beobachtungen vom Mann und 28 vom Weibe. Nach ihm variirt die Menge des Wassers beim Mann von 805,00 — 732, beim Weibe von 848, 00 — 750,00, die beiden Mittel verhalten sich wie 767 : 787. Die Quantität des Wassers ist nach Lecanu in keinem bestimmten Verhältniss zu den Lebensaltern, dagegen Denis mehr Wasser bei Kindern und Greisen fand. In Hinsicht der Temperamente fand Lecanu, dass das Blut der Sanguinischen weniger Wasser enthält als das Blut der Phlegmatischen; bei sanguinischen Weibern variirte die Menge des Wassers in 4 Beobachtungen von 790,394 — 796,175, bei phlegmatischen Weibern in 5 Beobachtungen von 790,840 — 827,130. Mittel beim sanguinischen Temperament der Weiber 793,007, beim phlegmatischen Temperament der Weiber 803,710. Aus ähnlichen Beobachtungen an Männern ergab sich das Mittel für das sanguinische Temperament der Männer 786,584, für das phlegmatische Temperament der Männer 800,566. Die Differenz in plus von Wasser beim phlegmatischen Temperament im ersten Fall 10,703, im zweiten 13,982.

Die Menge des Eiweisses variirt im Allgemeinen von 57,890 bis 78,270; indess ist die Quantität des Albumen bei Männern und Weibern fast gleich, auch zeigt sich kein bestimmter Unterschied in den Altern von 20—60 Jahren, eben so wenig zeigt sich ein auffallender Unterschied in den Temperamenten.

Die Menge des Blutkuchens (Faserstoff und Cruor) variirt im Allgemeinen von 68,349 — 148,450, Mittel 108,399. Dieselbe variirt bei Männern von 115,850 — 148,450, bei Weibern von 68,349 — 129,990. Das Blut der Männer enthält also nach Lecanu ungefähr 32,980 mehr Bestandtheile des Blutkuchens, als das der Weiber. Dagegen scheint die Quantität des Blutkuchens nicht proportionell mit dem Alter zuzunehmen, wenigstens nicht vom 20.—60. Jahre. Aber die Quantität des Coagulums ist grösser beim sanguinischen Temperament als beim phlegmatischen, was auch Denis fand. Das Verhältniss des Coagulums variirte in 4 Beobachtungen bei Weibern von sanguinischem Temperament in 1000 Theilen Blut von 121,720 bis 129,654, beim phlegmatischen Temperament in 5 Beobachtungen von 92,670 — 129,990, Mittel beim sanguinischen Temperament der Weiber 126,174, beim phlegmatischen Temperament der Weiber 117,300. Differenz 8,874. Bei den Männern variirte das Verhältniss des Coagulums in 1000 Theilen Blut beim sanguinischen Temperament in 5 Beobachtungen von 121,540 — 148,450, beim phlegmati-

schen Temperament ergaben 2 Beobachtungen 115,850 und 117, 484. In der Menstruation scheint nach Lecanu das Blut des Weibes an Coagulum zu verlieren.

## II. Capitel. Chemische Analyse des Blutes.

(Nach Berzelius *Thierchemie* u. A.)

Von den Kernen der Blutkörperchen hat man noch keine vollständige Analyse, weil sie nicht in grösserer Menge zu erhalten sind. Man kann sie von Froschblut wegen der Grösse der Blutkörperchen leicht gesondert erhalten. Die Methode zu ihrer Gewinnung habe ich schon angegeben. Man versetzt ein Gemenge von Blutkörperchen und Blutwasser, woraus der Faserstoff entfernt ist, in einem Uhrglase mit Wasser, das allmählig den Farbestoff auflöst, worauf der weisse Satz von Kernen der Blutkörperchen zurück bleibt. Diese sind in Wasser unauflöslich, verändern sich mit Essigsäure übergossen in mehreren Tagen nicht, sind löslich in alcalinischem Wasser sowohl von Kali und Natron als Ammonium. Hierdurch stimmen sie im Allgemeinen mit dem geronnenen Faserstoff und Eiweiss überein, die jedoch löslicher in Essigsäure zu seyn scheinen. Zu einer vollständigen chemischen Untersuchung sind der Farbestoff der Blutkörperchen, der im Blut aufgelöste Faserstoff und die Bestandtheile des Blutwassers nach Abscheidung des Faserstoffs fähig.

*I. Farbestoff, Blutroth, Haematin, Cruorin.* Berzelius untersucht das Blutroth in 3 Zuständen: an den Blutkörperchen, oder im Blutwasser aufgeschlemmt, 2. im Wasser aufgelöst, 3. im geronnenen, für Wasser unlösslichen Zustande. Das Blutroth der Blutkörperchen besitzt die Eigenschaft, bei Berührung von atmosphärischer Luft oder von Sauerstoffgas letzteres anzuziehen und sich heller roth zu färben. Hierbei wird Kohlensäure gebildet und ausgeschieden, was Berthollet, Christison (Froriep's *Not.* 644.) und ich selbst fanden (p. 315.). Ein mit Blutkörperchen gemengtes Blutwasser wird durch Hindurchstreichen von Sauerstoffgas durch und durch hellroth, bei der Berührung der atmosphärischen Luft, wie das Blut selbst, an der Oberfläche hellroth. In längerer Berührung mit Sauerstoffgas schwärzt sich das Blutroth (vielleicht von der Bindung von Kohlensäure) und kann dann nicht wieder hergestellt werden. Kohlensäure, schweflichte Säure und überhaupt Säuren machen das Blut und Blutroth schwarzbraun. Stickstoffoxydulgas wird in Menge von geschlagenem Blut aufgesogen und das Blut davon purpurroth, worauf atmosphärische Luft durch das Blut durchgetrieben, die natürliche Farbe wieder herstellt. Kohlenwasserstoffgas soll dem dunkeln Blut eine hellere rothe Farbe mittheilen. Berzelius *Thierchemie* 48. Mehrere Salze wie Chlornatrium, salpetersaures Kali, schwefelsaures Natron, geben dem dunkelrothen Blut eine hellrothe Farbe. Schroeder v. d. Kolk beobachtete, dass der electrische Funke hellrothe Fleeke auf venösem Blut bildete. Man erhält den Farbestoff des Bluts aufgelöst, indem man Blutkuchen in Wasser auswäscht, wodurch sich der Farbestoff in Wasser auf-

löst, wobei sich aber nicht verhüten lässt, dass die vom Coagulum mit eingeschlossenen Kerne der Blutkörperchen zum Theil sich mit ablösen, in die ausgewaschene Flüssigkeit gerathen und in die Analyse des Blutroths mit eingehen. Das Blutroth löst sich in Wasser in allen Verhältnissen auf.

Die Auflösung des Blutroths in Wasser röthet sich schwächer an der Luft als das Blut selbst. Beim Abdampfen bei einer Wärme bis zu 50° Cent. wird sie zu einer schwärzlichen Masse, die sich zu dunkelrothem Pulver reiben und dann wieder in Wasser auflösen lässt, bei 70° C. coagulirt der Farbestoff in der wässrigen Lösung und ist dann unlöslich. Dasselbe geschieht von Alcohol, von Mineral-Säuren, auch wenn zur Behandlung mit Essig-Säure Alcali, oder zur Behandlung mit Alcali Säure hinzugesetzt wird. Die Niederschläge, die von Erd- und Metalloxyd-Salzen bewirkt werden, sind theils braun, theils schwarz, theils roth. Berzelius *a. a. O. p.* 50. 51.

Im dritten Zustand als Coagulum durch Erhitzen bis 70° ist der Farbestoff roth und körnig, in der Wärme getrocknet wird er schwarz. Kochendes Wasser verändert den Farbestoff zuletzt, so wie den Faserstoff. Auch bilden die Säuren mit coagulirtem Blutroth so wie mit Faserstoff neutrale, in reinem Wasser lösliche Verbindungen, die vom Blutroth dunkelbraun sind. Alcalien lösen das Blutroth auf, Gerbestoff schlägt es aus seinen Auflösungen in Säuren und Alcalien nieder. Tiedemann und Gmelin haben entdeckt, dass der Farbestoff allmählig von Alcohol aufgelöst und letzterer dadurch dunkelroth wird. Berz. *a. a. O. p.* 50—56. Durch Ausziehung aus geronnenem Blutroth mit Alcohol lässt sich das Blutroth vom Eiweiss trennen, welches von Alcohol nicht aufgelöst wird. Lecanu betrachtete deswegen die Substanz der Schale der Blutkörperchen, die er Haematosin nennt, als eine Verbindung von eigentlichem Blutroth, das er Globulin nennt, und Eiweiss. Hierzu ist aber kein Grund vorhanden, da das hierbei erhaltene Eiweiss vom Serum oder gar von den mit ausgewaschenen Kernen der Blutkörperchen herrühren kann. Lecanu in Poggendorf's *Annal.* 1832. 4. 550. Nach Michaelis Analyse des Farbestoffs ist dessen elementare Zusammensetzung in

| | arteriellem | venösem Blut. |
|---|---|---|
| Stickstoff . . | 17,253 | 17,392 |
| Kohlenstoff . | 51,382 | 53,231 |
| Wasserstoff . | 8,354 | 7,711 |
| Sauerstoff . | 23,011 | 21,666. |

Hiernach stimmt die elementare Zusammensetzung des Blutrothes mit der des Faserstoffs, nur dass Blutroth eine grössere Menge von Asche hinterlässt, und diese viel Eisen enthält. Denn dass, wie Brande und Vauquelin glaubten, der Gehalt von Eisen im Blutroth nicht grösser wie im Serum und anderen thierischen Theilen ist, haben Berzelius und Engelhart widerlegt. Oehlenschlaeger hat auch Eisen im Blute von Hunden gefunden, die noch nicht an der Mutter gesogen. Kastner's *Archiv.* 1831. *Sept. Oct. p.* 317. Das Eisen ist also kein zufälliges Ingestum

aus den Nahrungsstoffen. Die Asche vom Blutroth ist immer alcalisch und rothbraun, und beträgt nach Berzelius $1\frac{1}{4}$ bis $1\frac{1}{3}$ Procent vom Gewicht des getrockneten Farbestoffs, sowohl vom Menschen- als Ochsenblut, nach Michaelis 2,2 Proc. im Farbestoff von Kalbsblut. Berzelius erhielt aus 1,3 Theilen Asche von 100 Theilen getrokneten Farbestoffs

| | |
|---|---|
| kohlensaures Natron mit Spuren von phosphors. Natron | 0,3 |
| phosphorsauren Kalk . . . . . . . . . . . . . . . | 0,1 |
| reine Kalkerde . . . . . . . . . . . . . . . . | 0,2 |
| basisch phosphorsaures Eisenoxyd . . . . . . . . | 0,1 |
| Eisenoxyd . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 0,5 |
| Kohlensäure und Verlust . . . . . . . . . . . | 0,1 |

In einem andern Versuch erhielt Berzelius aus 400 Gran des getrockneten Blutroths 5 Gr. Asche. Diese war zusammengesetzt aus Eisenoxyd 50,0 basisch phosphors. Eisen 7,5, phosphors. Kalk mit einer geringen Menge phosphors. Talks 6,0, reinem Kalk 20,0, Kohlensäure und Verlust 16,5. Das allgemeine Resultat von Berzelius Versuchen ist, dass das Blutroth eine Quantität Eisen enthält, die etwas mehr als $\frac{1}{2}$ Procent seines Gewichts metallischem Eisen entspricht. Das Mangan ist im Blute noch nicht von Mehreren gefunden worden. Wurzer (Schweigg. *J.* 58. *p.* 481.) fand in 2 Grammen Blutkohle 0,108 Eisenoxyd und 0,034 Manganoxyd.

Das getrocknete und pulverisirte Blut reagirt nach Menghini durch seinen Eisengehalt gegen den Magnet, das eingeäscherte Blutroth nach Scudamore nicht, allein keines der gewöhnlichen für Eisenoxyd empfindlichsten Reagentien, wie Blutlaugensalz, Gerbestoff, Galläpfelsäure und die stärksten Mineralsäuren, bringen die geringste Reaction an unverbranntem Blutroth auf Eisen oder phosphorsauren Kalk hervor, und es scheint daraus hervorzugehen, dass Eisen und Calcium nicht im Zustand eines Salzes im Blute enthalten sind. Die Angabe von Fourcroy, dass das Blutroth eine Auflösung von basisch phosphorsaurem Eisnoxyd in Eiweiss sey und dass der auch eisenhaltige, aber weisse Chylus das Eisen als neutrales phosphorsaures Eisenoxydul enthalte, ist durch Berzelius Versuche widerlegt. Denn das basisch phosphorsaure Eisenoxyd ist im Blutwasser und Eiweiss mit oder ohne Zusatz von Alcali unlöslich. Auch die Behauptung von Prevost und Dumas, dass das Blutroth Eiweiss sey, welches Eisenoxyd aufgelöst enthalte, schien nicht richtig, weil sonst Mineralsäuren und Königswasser das Eisen aus unverbranntem Blutroth ausziehen würden. Berz. *Thierchemie. p.* 58.

Engelhart (*de vera materiae sanguini purpureum colorem impertientis natura. Götting.* 1825.) hat schöne Entdeckungen über den Antheil des Eisens an dem Blutroth gemacht. Er zeigte zuerst, dass eine Auflösung von Blutroth in Wasser, die man mit Schwefelwasserstoff imprägnirt, nach einiger Zeit die Farbe verliert, zuerst violett, dann grün wird. Diese Reaction des Schwefelwasserstoffs ganz wie auf Eisen scheint zu beweisen, dass das Eisen im Blutroth zu seiner Farbe beitrage. Dann entdeckte Engelhart, dass sich der wässrigen Auflösung von Blutroth oder

dem mit Wasser angerührten coagulirten Blutroth und anderen thierischen Substanzen alles Eisen, Calcium, Magnium, Phosphor entziehen lasse, wenn man Chlorgas durch die Flüssigkeit leitet, oder diese mit Chlorwasser versetzt. Die Auflösung von Blutroth wird zuerst grünlich, und zuletzt ganz entfärbt; die thierische Materie schlägt sich in weissen Flocken mit Salzsäure oder Chlor verbunden nieder, während Eisen, Calcium, Magnium, Phosphor oxydirt oder mit Chlor verbunden, Eisen z. B. als Eisenchlorid, Phosphor als Phosphorsäure, in der Auflösung bleiben und durch Filtration abgeschieden werden können; wogegen die thierische Materie bei der Verbrennung keine Asche mehr giebt. Nun hat aber Chlor keine Verwandtschaft zu Oxyden, wohl aber eine sehr grosse zu regulinischen Metallen, ferner wird Eisen nicht von Salzsäure und anderen Mineralsäuren aus dem Blut ausgezogen, da diese doch eine grosse Verwandtschaft zu Metalloxyden, aber keine zu regulinischen Metallen haben. Hiernach hielt es Berzelius für wahrscheinlicher, dass das Eisen im Blute im regulinischen Zustande und nicht als Oxyd enthalten sey, obgleich man keine Analogie für die Annahme einer Verbindung von Metall mit Stickstoff, Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff hat.

Zu der Ansicht, dass das Eisen im Blut als Oxyd enthalten sey, hat Heinr. Rose (Poggend. *Ann.* 7. 81.) neue Stützen geliefert. Rose wiederholte Engelhart's Beobachtung. Wenn er die Flüssigkeit nach der Veränderung durch Chlor und nach der Präcipitation der thierischen Materie filtrirte, so konnte das Eisen aus der Flüssigkeit abgeschieden werden; wurde sie aber nicht filtrirt, sondern Ammoniak im Ueberschuss zugesetzt, so löste sich wieder Alles zusammen zu einer dunkelrothen Farbe auf, und es wurde kein Eisen abgeschieden. Rose vermischte dann eine Auflösung von Farbestoff mit einer gewissen Menge Eisenoxydsalz und setzte Ammoniak im Ueberschuss zu, worauf das Eisenoxyd in der Auflösung blieb und weder durch Schwefelwasserstoff noch Galläpfeltinctur niedergeschlagen werden konnte. Rose fand ferner, dass ein grosser Theil nicht flüchtiger organischer Stoffe, als Zucker, Stärke, Gummi, Milchzucker, Leim u. a., die Eigenschaft haben, dass bei Vermischung ihrer wässrigen Auflösung mit einer kleinen Menge eines Eisenoxydsalzes, das Eisenoxyd bei Zusatz eines Alcalis nicht, oder nur zum Theil niedergeschlagen wird. Diese Versuche führen wieder zu der Ansicht, dass im Blutroth Eisenoxyd in einer Verbindung mit dem Thierstoff sey.

Dennoch glaubt Berzelius, dass die Art Verbindung, welche bei Rose das Eisenoxyd im Farbestoff oder Eiweiss aufgelösst enthält, nicht die sey, durch welche der Farbestoff eisenhaltig ist, weil sie sonst durch Einwirkung von Säuren ihren Eisengehalt verlieren müsste, und weil eine Verbindung von Farbestoff oder Blutwasser und Eisenoxyd oder Eisenoxydul durch Zusatz von einer Mineralsäure zersetzt wurde, indem Farbestoff oder Eiweiss gefällt wurden, und das Oxyd in der Säure aufgelöst blieb.

Berzelius glaubt daher, dass das Eisen im Blutroth im me-

tallischen Zustände vorkomme, und mit Stickstoff, Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, so wie mit kleinen Mengen von Phosphor, Calcium und Magnium *organisch* verbunden scy, und dass sich beim Einäschern des Blutroths dessen Bestandtheile oxydiren, und Phosphorsäure, Kalk, Talk und Eisenoxyd bilden. Für diese Ansicht scheint auch der Zustand des Eisens im Chylus zu sprechen; denn hier muss das Eisen sich in einem ganz andern Zustand und zwar als Oxyd vorfinden, indem es nach Emmert (Reil's *Archiv.* 8.) durch Salpetersäure ausgezogen wird, und dann mit Galläpfeltinctur einen schwarzen, mit blausaurem Kali einen blauen Niederschlag bildet. Indessen bekämpft Gmelin doch die Vorstellung von dem vorzugsweisen Antheil des Eisens an der Farbe des Blutroths, selbst angenommen, dass Eisen regulinisch mit Stickstoff, Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlenstoff im Blutroth verbunden sey. Er sagt, die Entfärbung des Blutroths durch Chlor mit Entziehung von Eisen beweise nicht, dass diese Entziehung die Ursache der Entfärbung ist, denn es könnte auch das Chlor das Blutroth bloss durch Entziehung von Wasserstoff oder Uebertragung von Sauerstoff auf dessen Bestandtheile entfärben, und die dabei entstehende Salzsäure könnte dann das Eisenoxyd der alcalischen Flüssigkeit aufnehmen. Hiefür führt Gmelin an, dass, wenn man das mit Blutroth gemengte Blutwasser statt mit Chlor mit überschüssiger kalter Salz- oder Schwefelsäure versetzt und von dem zwar verdunkelten, aber keineswegs entfärbten Blutroth abfiltrirt, man in der Flüssigkeit durch schwefelblausaures Kali ebenfalls das Eisenoxyd entdecken kann, also sich Eisenoxyd ohne Zerstörung der Farbe entziehen lässt. Auch liefere der durch wiederholtes Auskochen mit Weingeist grösstentheils entfärbte Rückstand von geschlagenem Blute beim Einäschern noch eine merkliche Menge Eisenoxyd. Gmelin *Chemie* 4. 1169.

Eine eigenthümliche Ansicht über die Natur des Eisens im Blut hat Treviranus aufgestellt. Winterl erhielt, indem er Blut mit Kali verkohlte, eine in Alcohol lösliche Substanz, die nicht wie das blausaure Kali das Eisen aus seinen Verbindungen niederschlug, sondern roth färbte. Nach Treviranus soll diese Substanz, die Winterl Blutsäure nannte, auch im Speichel enthalten seyn, und Speichel mit einer salpetersauren oder schwefelsauren Eisenauflösung blutroth werden (ich finde die Farbe nicht blutroth, sondern gelbroth). Nach Treviranus ist diese Substanz in Verbindung mit Eisen die Ursache der rothen Farbe des Blutes. Gmelin hat nun gefunden, dass diese Substanz im Speichel Schwefelblausäure ist (obgleich Kuehn wieder dieses bezweifelt). Siehe den Artikel vom Speichel.

Neulich hat Hermbstaedt aus der Beobachtung, dass aus faulendem Blut und aus Eiweiss Schwefelwasserstoff sich entwickelt, so wie aus mehreren Versuchen geschlossen, das Schwefel im Blut enthalten ist. Die Asche des Blutes enthält ein Alcali, dieses musste, schliesst Hermbstaedt, in der Blutkohle enthalten seyn. Wird aber Blutkohle mit Kali oder Natron geglüht, so werden Cyankalium oder Cyannatrium gebildet. Wird Cyankalium oder

Cyannatrium mit Schwefel geglüht, so entsteht Schwefel-Cyan-Kalium oder Natrium, welche das Eisenoxyd blutroth färben. In der That soll Serum oder Eiweisslösung, oder Milch mit Schwefelblausäure versetzt nach Hinzufügung einiger Tropfen Eisenchlorid blutroth werden. *Schweigg. J.* 1832. 5. u. 6. *p.* 314.

*II. Faserstoff, Fibrin.*

Man hat den Faserstoff bisher nur im geronnenen Zustande untersucht. Nach der von mir angegebenen Methode lässt sich aber auch der noch frische aufgelöste Faserstoff des Froschblutes vor der Gerinnung untersuchen. Man bringt nämlich das Blut vom Frosche schnell mit etwas Wasser oder besser Zuckerwasser zugleich auf das Filtrum von weissem Filtrirpapier. Die durchgehende farblose Flüssigkeit enthält Faserstoff aufgelöst, der erst nachher gerinnt. Lässt man die durchs Filtrum gehende Flüssigkeit in ein Uhrglas, das mit Essigsäure gefüllt ist, träufeln, so gerinnt der Faserstoff in der Essigsäure nicht. Enthält das auffangende Uhrglas Kochsalzlösung, so gerinnt der Faserstoff des Froschblutes darin entweder gar nicht oder nur zum sehr kleinen Theil, wie auch Kochsalzauflösung dem frischen Froschblute zugesetzt, die Gerinnung desselben ausserordentlich lange aufhält, was auch unterkohlensaures Kali dem frischen Froschblute in Auflösung zugesetzt verursacht, ohne die Gerinnung desselben ganz aufzuheben. Vom Blute des Menschen weiss man schon lange, dass einige Salze, schwefelsaures Natron, salpetersaures Kali, in einiger Menge dem frischen Blute zugesetzt, sein Gerinnen verhindern. Man kann sich hiernach einen Begriff machen, wie die kühlenden Salze bei dem entzündungswidrigen Verfahren auf das Blut wirken; sie wandeln den Faserstoff um, der in der Entzündung eine so grosse Neigung hat, sich anzuhäufen, und in den Gefässen des entzündeten Organes und nach Ausschwitzungen desselben auf der Oberfläche der Häute zu gerinnen.

Dass wässrige Lösung von caustischem Kali oder Natron die Gerinnung des aus der Ader gelassenen Blutes vom Menschen zu einer zusammenhängenden Masse verhindert, wusste man schon lange; nach Prevost und Dumas gerinnt das gelassene Blut der höheren Thiere nicht mehr, wenn man es mit $\frac{1}{1000}$ caust. Natron versetzt. Lässt man die vom frischen Froschblute durchs Filtrum gehende Flüssigkeit in ein Uhrglas träufeln, worin sich Liquor kali caustici befindet, so gerinnt der Faserstoff nicht zu einem Klümpchen, sondern es entstehen allmählig ganz kleine Flocken, die man aber nur bemerkt, wenn man recht genau zusieht. Solche kleine Flocken entstehen noch deutlicher, wenn man die Flüssigkeit in ein Uhrglas, das mit Schwefeläther angefüllt ist, träufeln lässt, und im Maasse der Verdunstung des Aethers neuen Aether zusetzt. Von Liquor ammonii caustici setzt der aufgelöste Faserstoff des Froschblutes keine Kügelchen und Flocken ab.

Den frisch geronnenen Faserstoff gewinnt man zur chemischen Untersuchung durch Schlagen des Blutes, worauf der am Stabe sich anhängende Faserstoff ausgewaschen wird, oder durch

Auswasehen des rothen Coagulums. In diesem Zustande ist der Faserstoff specifisch schwerer als Wasser, als Blutwasser und als das mit Blutkörperchen versetzte Blutwasser von geschlagenem Blute; in allen diesen sinkt der Faserstoff unter, wenn er von anklebenden Luftbläschen befreit ist. Die weitere Beschreibung ist nach Berzelius. Der geronnene und ausgewaschene Faserstoff ist weiss, durch Trocknen wird er gelblich, hart und spröde, nicht durchscheinend, und verliert $\frac{3}{4}$ vom Gewicht. Von Wasser weicht er wieder auf, ohne sich aufzulösen. Er besitzt weder besondern Geruch noch Geschmack. Bei dem Wärmegrade, wo er zersetzt wird, schmilzt er, bläht sich auf, entzündet sich und hinterlässt eine glänzende Kohle, wie andere Körper, welche Stickstoff enthalten. Die Kohle verbrennt zu einer grauweissen zusammengebackenen, halbgeschmolzenen Asche, die $\frac{2}{3}$ Procent vom Gewicht des trocknen Faserstoffes ausmacht. Diese Asche ist weder sauer noch alcalisch, hinterlässt nach dem Auflösen in Salzsäure Spuren von Kieselerde, und besteht hauptsächlich aus phosphorsaurer Kalkerde, etwas phosphorsaurer Talkerde und einer sehr unbedeutenden Spur von Eisen. Vor dem Verbrennen lassen sich die Bestandtheile der Asche nicht durch Säuren ausziehen, und scheinen daher zu der chemischen Zusammensetzung des Faserstoffes gehört zu haben. Im geronnenen Zustande ist der Faserstoff sowohl in kaltem als in warmem Wasser unlöslich, aber bei lange fortgesetztem Kochen mit Wasser verändert sich seine Zusammensetzung, er schrumpft zusammen, erhärtet und zerfällt zuletzt bei dem geringsten Druck. Es entwickelt sich hierbei kein Gas, aber die Flüssigkeit wird unklar und enthält nun eine aus den Bestandtheilen des Faserstoffes neugebildete Substanz aufgelöst. Diese Auflösung hat keine Aehnlichkeit mit einer Leimauflösung. Berzelius *Thierchemie. p.* 35. 36. Faserstoff, geronnenes Eiweiss, Käsestoff und Blutroth haben übrigens gemein, dass aus ihnen durch Kochen in Wasser kein Leim ausgezogen werden kann. Der Faserstoff mit einigen anderen Stoffen (nicht Eiweiss) hat auch das Eigenthümliche, durch blosse Berührung das Wasserstoffsuperoxyd zu zersetzen und mit Entwickelung von Oxygen Wasser zu bilden, ohne dass sich der Faserstoff verändert. Bei grösseren Mengen von Faserstoff entwickelt sich dabei Wärme. Zu Säuren und Alcalien verhält sich Faserstoff so, dass er bald die Rolle einer Basis, bald die einer Säure oder wenigstens eines electronegativen Körpers spielen kann. Mit concentrirten Säuren quillt er auf, gelatinirt, wird durchsichtig und stellt einen sauren Körper dar, durch verdünnte Säuren schrumpft der Faserstoff zusammen zu einer neutralen Verbindung von Säure mit Faserstoff. Die saure Verbindung mit den Mineralsäuren ist im Wasser unauflöslich, die neutrale auflöslich, dagegen sind die saure und die neutrale Verbindung des Faserstoffes mit Essigsäure beide im Wasser auflöslich. Cyaneisenkalium bringt in der essigsauren Auflösung einen Niederschlag hervor, was für den Faserstoff characteristisch ist, da diess bei Zellgewebe, Sehnengewebe, elastischem Gewebe der mittlern Arterienhaut nicht der Fall ist. Diese Verhältnisse zu den Säuren sind

jedoch dem Eiweiss wie dem Faserstoff zugleich eigen. Nach Caventou und Bourdois lösen sich Faserstoff, Eiweissstoff, Käse und Schleim in kalter concentrirter Salzsäure auf, und nehmen bei + 18° bis 20° nach 24 Stunden eine schöne blaue Farbe an, was bei dem Leime und den Sehnen nicht der Fall ist. War der Faserstoff hierbei nicht völlig frei von Farbestoff, so wird die Flüssigkeit statt blau, purpurfarben oder violett. Faserstoff, Eiweissstoff und Käse stimmen auch darin überein, dass sie in ätzendem Kali und Natron zu einer Gallerte aufgelöst werden, ohne sich, wie der Hornstoff, in eine seifenartige Substanz zu verwandeln. Die Elemente des Faserstoffes sind nach den Analysen von Gay-Lussac und Thenard, und nach den von Michaelis in folgender Combination:

| | G. und T. | Mich. | |
|---|---|---|---|
| | | arteriell | venös |
| Stickstoff | 19,934 | 17,587 | 17,267 |
| Kohlenstoff | 53,360 | 51,374 | 50,440 |
| Wasserstoff | 7,021 | 7,254 | 8,228 |
| Sauerstoff | 19,685 | 23,785 | 24,065 |

Siehe Berzelius *Thierchemie p.* 34 — 47. E. H. Weber in Hildebrandt's *Anatomie I. p.* 83.

Der Faserstoff findet sich ausser dem Blute noch im Chylus und in der Lymphe im aufgelösten Zustande, im festen in den Muskeln, im Uterus. Die Fasern der Arterien enthalten dagegen keinen Faserstoff.

*III. Blutwasser.*

Lässt man Serum ganz vollkommen durch Wärme bis 76° coaguliren, und behandelt die eingetrocknete Masse mit kochendem Wasser, das hierdurch Aufgelöste aber wiederholt mit Alcohol, so nimmt der Alcohol auf Chlor-Natrium, Chlor-Kalium, milchsaures Natron, Osmazom, und das nicht vom kochenden Wasser und Alcohol Aufgelöste ist erst das reine Eiweiss. Das Blutwasser enthält also an thierischen Theilen Milchsäure, Osmazom und Eiweiss.

1) *Milchsäure, acidum galacticum.* Diese Säure besteht aus Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, sie ist der Essigsäure verwandt, ist aber nach Berzelius bestimmt von ihr verschieden; sie bildet mit Basen Salze von eigenthümlicher Form, die nach Berzelius nicht durch Verunreinigung von Essigsäure mit einer thierischen Materie entstehen. Siehe das Nähere *Thierchemie p.* 580. Die reine Milchsäure, nach der von Berzelius neulichst beschriebenen Methode dargestellt, ist farblos, ohne Geruch und von einem beissend sauren Geschmack, der bei Zusatz von Wasser sehr rasch abnimmt. Milchsäure löst sich in Alcohol in allen Verhältnissen, in Aether nur in geringer Menge auf. Die Milchsäure findet sich ausser dem Blutwasser auch im Muskelfleische und in der Krystalllinse; ferner finden sich Milchsäure und milchsaure Salze in vielen Absonderungssäften, besonders in der Milch. Milchsäure und ihre Salze sind immer mit Osmazom verbunden, werden durch Weingeist gemeinschaftlich mit ihm ausgezogen, lassen sich aber durch Galläpfelaufguss von ihm scheiden,

der das Osmazom niederschlägt. Berzelius *Thierchemie p.* 576—584. E. H. Weber's *Anatomie I. B. p.* 90.

2) *Osmazom, Fleischextract* von Thouvenel. Es ist in kaltem und heissem Wasser, in kaltem und heissem Weingeist auflöslich, zerfliesst an der feuchten Luft, schmilzt in der Wärme, und wird durch Galläpfelaufguss aus seinen Auflösungen niedergeschlagen. Das Osmazom kommt nach Gmelin auch im Speichel, pankreatischen Safte und Magensafte vor. Berzelius hält das Osmazom nicht für eigenthümlich, sondern für eine Verbindung von einer thierischen Materie und milchsauren Salzen.

3) *Eiweiss, albumen.* Das Eiweiss bleibt nach der Ausziehung der Milchsäure und des Osmazoms aus dem getrockneten Coagulum des Serums zurück. Dieser Stoff findet sich ausserdem in der Lymphe, im Chylus, in dem Weissen und Gelben des Eies, in letzterem mit Oel gemengt, in dem Absonderungsproducte der serösen Häute, in den Flüssigkeiten des Zellgewebes, im Humor aqueus des Auges, im Glaskörper desselben, im Gehirne und den Nerven mit phosphorhaltigem Fette, in dem Inhalt der Graaf'schen Bläschen des Eierstockes der Säugethiere und des Menschen. Hier ist zunächst vom Eiweiss des Blutwassers die Rede. Es giebt davon zwei Zustände.

a. Eiweiss im aufgelösten Zustande. Es scheint im Blutwasser mit Natron verbunden, was man Albuminat von Natron nennt. Berzelius glaubt nicht, dass das Eiweiss im Blutwasser durch das Natron aufgelöst erhalten werde; denn man kann das Natron durch Essigsäure sättigen, ohne dass ein Niederschlag erfolgt. Zu dieser Neutralisation sind nach Stromeyer auf $\frac{1}{2}$ Unze Blut 10 Tropfen destillirten Essigs nöthig. Wird Blutwasser oder Eiweissauflösung bei einer nicht bis $+60^0$ C. gehenden Temperatur abgedampft, so trocknet es, wird durchscheinend, und ist nachher wieder in Wasser auflöslich. Bei $70 - 75^0$ C. gerinnt das Eiweiss und ist dann in Wasser unlöslich. Eiweiss mit sehr viel Wasser vermischt, wird durch Hitze nicht mehr fest, sondern gerinnt in Kügelchen zu einer milchartigen Flüssigkeit, die indessen beim Abdampfen vollkommen geronnenes Eiweiss darstellt. Das aufgelöste Eiweiss gerinnt durch die galvanische Säule, durch Weingeist, Mineralsäuren, von Metallsalzen (z. B. von Zinn, Blei, Wismuth, Silber und Quecksilber), von Chlor, von Galläpfelinfusion und Eiweiss des Blutwassers nach Dutrochet's und meinen Beobachtungen durch sehr concentrirte Auflösung von fixem Alcali, wenn wenig Blutwasser mit viel Liquor kali caustici versetzt wird, dahingegen dieser nach meinen Beobachtungen nur das unverdünnte Eiweiss der Eier coagulirt. Liquor kali caustici schlägt nach meinen Beobachtungen auch das Eiweiss der Lymphe und des Chylus nieder. Gmelin hat beobachtet und ich habe es bestätigt gesehen, dass das Eiweiss der Eier auch von weingeistfreiem Aether gerinnt, während dieser aus Blutwasser nichts niederschlägt.

Meine Beobachtungen über den aufgelösten Zustand des Faserstoffes im frischen Blute haben mir Data zur Vergleichung des noch aufgelösten Faserstoffes vor dem Gerinnen mit dem aufge-

lösten Eiweiss geliefert. Die Essigsäure schlägt nichts aus Blutwasser, aber auch nichts aus der frischen Faserstofflösung nieder; denn lässt man von Froschblut die durchs Filtrum gehende Flüssigkeit in ein Uhrglas, das mit Essigsäure gefüllt ist, träufeln, so gerinnt der Faserstoff in der Essigsäure nicht. Die Neutralsalze schlagen nichts aus Serum nieder, und mehrere derselben, kohlensaures Kali und Natron, salpetersaures Kali, schwefelsaures Natron (beim Frosche auch Kochsalz) erhalten den frischen Faserstoff aufgelöst, oder verhindern dessen freiwillige Gerinnung. Liquor ammonii caustici schlägt nichts aus der frisch vom Froschblute abfiltrirten Faserstofflösung nieder, so wenig als aus aufgelöstem Eiweiss und Blutwasser. Liquor kali caustici schlägt das Eiweiss aus Blutwasser nieder, eben so wie in kleinen Flocken den Faserstoff der vom frischen Froschblute abgeseihten Faserstofflösung, wenn man z. B. diese Flüssigkeit in ein Uhrglas voll Liquor kali caustici träufeln lässt. Aether schlägt nichts aus Blutwasser nieder, aber wohl gerinnt der Faserstoff der vom Froschblute abgeseihten Faserstoffauflösung in Flocken, wenn man die Flüssigkeit in ein Uhrglas mit Aether träufeln lässt, und im Maasse der Verdunstung neuen Aether zusetzt. Künstlich bewirkte Gerinnung von Faserstoff durch Liquor kali caustici oder Aether unterscheidet sich von der freiwilligen Gerinnung desselben, dass letztere ein anfangs durchsichtiges, hernach sich trübendes und ganz fest zusammenhängendes Coagulum liefert, während die künstliche Gerinnung von Faserstoff diesen wie sonst oft das Eiweiss des Blutwassers in nicht fest zusammenhängenden Kügelchen absetzt. Die Hauptunterschiede des aufgelösten Faserstoffes von Eiweissauflösung im Blutwasser sind nun, dass ersterer sich selbst überlassen von selbst gerinnt, dass Eiweiss nur durch Hitze und Reagentien gerinnt, und dass Faserstoffflüssigkeit von Aether, nicht aber Eiweiss in Kügelchen gerinnt.

Vermischt man aufgelöstes Eiweiss mit Säuren oder Alkalien, so wird der Theil, der sich mit dem Reagens verbindet, in denselben Zustand wie geronnenes Eiweiss versetzt, selbst wenn diess Reagens kein Eiweiss niederschlägt, wie Essigsäure, Ammonium und verdünnte Kalilösung; die essigsaure Eiweissauflösung wird von Kali, die alcalische Auflösung von Säure niedergeschlagen, ganz wie bei dem Farbestoffe.

Wird Blutwasser mit kleinen Mengen von Metallsalzen vermischt und dazu etwas mehr caust. Kali gesetzt, als zur Zersetzung des Metallsalzes nöthig ist, so wird das Oxyd nicht niedergeschlagen, sondern bleibt mit dem Eiweiss in löslicher Verbindung. Berzelius, der diess anführt, bemerkt, dass durch diesen Umstand Metallsalze, oder Oxyde vom Darmkanal oder von der Haut absorbirt und vom Blutwasser aufgelöst geführt, und durch die Excretionen ausgeleert werden; wie man denn nach dem Gebrauche von Quecksilber das Oxydul in den Flüssigkeiten des Körpers aufgelöst findet. Autenrieth und Zeller, Reil's *Archiv* 8. Schubarth, Horn's *Archiv* 1823. *Nov.* 417. Cantu, *Mem d. Tor.* 29. 1825. Buchner's *Toxicol.* 538. (Sollten nicht die äusserst innigen Verbindungen der Metalloxyde mit Eiweiss für die arz-

neiliche Darreichung passen?) Eiweiss oder Blutwasser mit concentrirten Auflösungen von Erd- oder Metallsalzen vermischt, gerinnt, und das Coagulum enthält die Bestandtheile des Salzes. Auch diese geronnenen Verbindungen der Salze mit Eiweiss verdienen eine grössere Berücksichtigung in der Arzneikunde. Unter den schon angeführten Metallsalzen zeichnen sich das essigsaure Blei, und noch mehr der Sublimat (Chlor-Quecksilber), als die empfindlichsten Reagentien für Eiweiss aus. Sublimat trübt noch eine Flüssigkeit, die nur $\frac{1}{2000}$ Eiweiss aufgelöst enthält. Durch seine grosse Neigung, mit diesem Salze Verbindung einzugehen, ist das Eiweiss das Gegengift desselben.

b. Eiweiss im geronnenen Zustande aus aggregirten Kügelchen. So verhält sich das Eiweiss chemisch ganz wie Faserstoff, und Berzelius kennt kein verschiedenes Verhalten gegen Reagentien, ausser dass das geronnene Eiweiss nicht das Wasserstoffsuperoxyd zersetzt. Auch die elementare Zusammensetzung ist wenig abweichend, wie sich aus den von Gay-Lussac, Thenard, Michaelis und Prout gegebenen Analysen ergiebt.

| | Gay-L. u. Then. | Mich. arteriell. | Mich. venös. | Prout. |
|---|---|---|---|---|
| Stickstoff | 15,705 | 15,562 | 15,505 | 15,550 |
| Kohlenstoff | 52,883 | 53,009 | 52,650 | 49,750 |
| Wasserstoff | 7,540 | 6,993 | 7,359 | 8,775 |
| Sauerstoff | 23,872 | 24,436 | 24,484 | 26,925 |

Ueber das Verhältniss des Eiweisses zu den übrigen Bestandtheilen des Butwassers giebt Berzelius Analyse Auskunft. 100 Theile Blutwasser von Menschenblut enthalten Wasser 90,59, Eiweiss 8,00; Osmazom, milchsaures Natron 0,4 mit Chlornatrium 0,6 durch Alcohol ausgezogen; verändertes Eiweiss, kohlensaures und phosphorsaures Alcali 0,41 in Wasser löslich. Lecanu hat bei der Analyse des Blutwassers auch schwefelsaures Alcali, kohlensaure und phosphorsaure Magnesia und phosphorsauren Kalk gefunden. Berzelius vermuthet, dass die drei Hauptbestandtheile des Blutes Faserstoff, Blutroth und Eiweiss, nur Modificationen eines und desselben thierischen Stoffes sind, wie z. B. das Blutroth seine Eigenthümlichkeit dem Eisengehalt verdanken könnte. Derselben Meinung ist Treviranus.

*IV. Fette Materie im Blute.*

Das Blut enthält selten etwas weniges freies Fett, das man dann auf der Oberfläche schillern sieht, allein das meiste der fetten Materie ist an Faserstoff, Farbestoff und Eiweiss gebunden. Kocht man das mit Blutroth gemengte Blutwasser von geschlagenem Ochsenblute mit Weingeist, so enthalten die ersten Filtrate nach Gmelin Gallenfett, Talgfett, Oelfett, Talgsäure. Gmelin's *Chemie* 4. 1163. Von jenem Fette glaubte Berzelius früher, dass es durch die chemische Behandlung sich erst bilde. Dass aber Fett in dem Faserstoffe, in dem Eiweiss, in dem Blutrothe, aus denen man es auszieht, im gebundenen Zustande wirklich enthalten ist, ist deswegen sehr wahrscheinlich, weil der Chylus, woraus das Blut sich bildet, fette Materien im ungebundenen Zustande in Form von Emulsion enthält, die sich durch die Blut-

bildung wahrscheinlich mit der andern thierischen Materie enger verbinden. Vom Faserstoffe des Blutes hat Chevreul mit Aether eine fette Materie abgesondert, analog derjenigen, die man vom Gehirne erhält, und wie diese vorzüglich merkwürdig durch den Gehalt an Phosphor, den sie im gebundenen Zustande enthält. Jetzt ist Berzelius auch der Meinung, dass jenes Fett nur Educt, nicht Product der Analyse sey, besonders, da Faserstoff durch Ausziehen des Fettes mit Aether oder Alcohol chemisch nicht verändert wird, und sich nach der Ausscheidung der geringen Menge Fett durch fortgesetzte Behandlung kein Fett weiter ausziehen lässt. Das Fett vom Faserstoffe ist nach Berzelius in einem verseiften Zustande, denn die Auflösung desselben in kaltem Alcohol röthet Lacmuspapier, zum Beweis, dass wenigstens ein Theil davon in demselben sauren Zustande wie nach dem Verseifungsprocesse seyn müsse. Berzelius beschreibt von dem Fette des Faserstoffes zwei Modificationen, und schliesst mit der Bemerkung, dass es sehr den von Chevreul beschriebenen sauren Salzen von Talgsäure und Oelsäure mit Kali gleiche, bis auf die grössere Löslichkeit des erstern in Aether und Alcohol. Nach Chevreul beträgt das Fett im Faserstoffe 4—4,5 Procent. Lecanu fand im Blute eine crystallisirbare fette Materie und eine ölige Materie. Von der erstern fand er 1,20—2,10, von der letztern 1,00—1,30 in 1000 Blutwasser. Nach Boudet (*Essai critique et experimental sur le sang. Paris* 1833.) enthält das Blut auch Cholestrine, wie schon Gmelin fand.

Alle Fettarten zeichnen sich in ihrer Zusammensetzung durch die geringe Menge des Sauerstoffes und die überwiegende Menge des Kohlenstoffes aus. Merkwürdig ist, dass die frei im Körper vorkommenden Fettarten, Stearin und Elaïn, welche im frei vorkommenden Fette immer mit einander verbunden sind, gar keinen Stickstoff enthalten.

| | Stearin | Elaïn |
|---|---|---|
| Sauerstoff | 9,454 | 9,548 |
| Wasserstoff | 11,770 | 11,422 |
| Kohlenstoff | 78,776 | 79,030 |

Andere Fettarten sind, wie das Fett im Blute, an andere Thierstoffe gebunden, zum Theil beim Erkalten crystallisirbar und stickstoffhaltig (im Blute und Gehirne auch phosphorhaltig), und lassen sich nicht verseifen. Diese Fettarten kommen ausser dem Blute im Gehirne und den Nerven, in der Leber und vielleicht noch in einigen anderen Theilen vor.

Sieht man ab von der durch Absonderungen gebildeten neuen organischen Materie, wie vom Gallenstoff, Käsestoff, Schleim etc., so sind die näheren Bestandtheile aller festen Theile des Körpers bereits im Blute enthalten, als Faserstoff, Eiweiss, Osmazom, Milchsäure, fettige Materie. Nur der in den Sehnenfasern, Knorpeln, Knochen, serösen Häuten und im Zellgewebe überhaupt, besonders auch im Zellgewebe der Muskeln vorkommende *Leim, gluten*, macht hiervon eine Ausnahme. Zwar haben Parmentier und Deyeux, und Saissy im Blute auch Leim oder Gallerte zu finden geglaubt. Allein diess war offenbar ein Irrthum. Es fragt

sich indess, ob überhaupt der Leim nicht erst durch eine vom Kochen bewirkte Zersetzung entsteht. Leim wird aus den genannten Theilen durch kochendes Wasser dargestellt, er ist in Weingeist und kaltem Wasser unauflöslich, was ihn vom Osmazom unterscheidet, er gelatinirt beim Erkalten noch in der 150-fachen Menge Wasser, so dass in der Gallerte der Leim mit Wasser gebunden ist, und löst sich durch kochendes Wasser wieder auf, was ihm von Faserstoff und Eiweiss unterscheidet. Er ist in Säuren und Alcalien allmählig löslich, von Gerbestoff und von Chlor wird er niedergeschlagen. E. H. Weber hat die Gründe zusammengestellt, welche es wahrscheinlich machen, dass Leim sich durch Zersetzung der thierischen Materien bildet, eine Meinung, welche Prochaska, Berzelius und Ficinus theilen. Am meisten spricht hiefür, dass nach Berthollet Fleisch, welches beim Kochen keinen Leim mehr gab, durch Faulen in gesperrter Luft mit Kohlensäureentwickelung die Fähigkeit erlangt, wieder Leim zu liefern. Vergl. Wienholt, Meck. *A.* 1. *p.* 206. Berz. *Thierch. p.* 661.

## *III. Capitel.* Analyse des Blutes durch die galvanische Säule.

(Nach eigenen Beobachtungen. Pogged. *Ann.* 1832. 8.)

Dutrochet hat ingeniöse Versuche über das Verhalten thierischer Substanzen gegen die galvanische Säule gemacht. (*Ann. d. sc. nat.* 1831. Froriep's *Not. N.* 715.) Er glaubte auch durch Galvanismus aus Eiweiss Muskelfasern zu bilden, und behauptete, dass die Blutkörperchen electrische Plattenpaare seyen, wovon der Kern electronegativ, die Schale electropositiv sey.

Wird ein Tropfen von einer wässrigen Auflösung von Eidotter (worin sehr kleine mikroskopische Kügelchen suspendirt sind) galvanisirt, so bemerkt man bald die von Dutrochet zuerst beobachteten Wellen. Die vom Kupferpol oder negativen Pol ausgehende Welle, worin sich das Alcali der zersetzenden Salze anhäuft, ist durchsichtig wegen Auflösung des Eiweisses durch das Alcali. Die vom positiven oder Zinkpol ausgehende Welle, worin sich die Säure sammelt, ist undurchsichtig und weisslich, besonders im Umfange der Welle. Beide Wellen streben einander zu, und in der Berührungslinie entsteht plötzlich ein lineares Gerinnsel, welches ganz die Form der Berührungslinie, und zuweilen, wie der Rand der Wellen im Act der Berührung, gekräuselt ist. Die Berührung der beiden Wellen geschieht mit einer lebhaften Bewegung in der Berührungslinie, worauf die Absetzung des Gerinnsels folgt; sobald aber die Absetzung des Gerinnsels selbst geschehen ist, ist alles ruhig, und an dem Gerinnsel ist niemals die geringste Spur von Bewegung zu bemerken. Es ist daher unbegreiflich, wie ein Beobachter ersten Ranges, wie Dutrochet, jenes Eiweissgerinnsel für eine durch Electricität erzeugte contractile Muskelfaser ausgeben konnte. Es ist nichts als geronnenes Eiweiss. Dieses Gerinnsel hat überdiess,

so wie das Eiweiss, welches sich beim Galvanisiren des Blutserums um den Zinkpol ansetzt, keine Consistenz, sondern besteht aus Kügelchen, die sich leicht auseinander wischen lassen, und nur in der Form der Berührungslinie der beiden Wellen ohne alle Cohäsion abgesetzt sind. Setzt man einen Tropfen Blutserum, gleichviel ob vom Frosch oder von einem Säugethiere, unvermischt mit Kügelchen, beiden Polen aus, so bemerkt man keine deutlichen Wellen. Aber es erfolgt am Zinkpole die Absetzung von Eiweisskügelchen, die hier von innen nach aussen zunehmen, indem die zuerst um den Pol abgesetzten nach aussen gedrängt werden, und beständig neue Absetzung erfolgt. Nach den Ansichten, welche Dutrochet bei der Anwendung der galvanischen Säule auf Thiersubstanzen befolgt, müsste man das Eiweiss des Blutserums für einen electronegativen Körper halten, weil es sich am Zinkpol oder positiven Pol absetzt. Allein diese Absetzung erfolgt durch das Gerinnen des Eiweisses von der am Zinkpole sich anhäufenden Säure der zersetzten Salze; am Kupferpole schlägt sich das Eiweiss nicht nieder, weil es dort von Alcali aufgelöst bleibt. Indessen wird doch bei einer sehr starken Säule auch am Kupferpol Eiweiss niedergeschlagen, wie Gmelin gezeigt hat, entweder durch die sich dann entwickelnde Wärme, oder, noch wahrscheinlicher, weil, wie Dutrochet und ich gefunden haben, concentrirte Auflösung von fixem Alcali auch Eiweiss niederschlägt. Offenbar hängt es vom Salzgehalte der Flüssigkeiten ab, dass Eidotterauflösung bei derselben Stärke der angewandten Säule kein Gerinnsel am Zinkpol absetzt, sondern nur eine undurchsichtige Welle bildet und bei der Berührung der Wellen beider Pole gerinnt, dass dagegen Blutserum am Zinkpol Eiweiss absetzt. Lassaigne brachte Eiweiss durch Weingeist zum Gerinnen, und wusch es so lange mit Weingeist aus, bis salpetersaures Silber zeigte, dass kein Kochsalz mehr darin sey. Von dem Geronnenen löst sich 0,007 im Wasser auf. Dieses wenige Aufgelöste gerinnt durch die Volta'sche Säule darum nicht, weil kein Kochsalz darin ist; denn es gerann, wenn Kochsalz zugesetzt wurde. *Ann. de chim. et de phys. T. XX. p.* 97. E. H. Weber *Anatomie, I. S.* 87.

Wenn ich meine Erfahrungen nach Dutrochet's Grundsätzen erklären wollte, so wäre das Eiweiss des Eidotters neutral, weil es erst bei der Berührung der beiden Wellen gerinnt, das Eiweiss des Blutserums dagegen electronegativ, weil es am Zinkpole gerinnt. Man braucht aber nun nach meiner Erfahrung der Eidotterauflösung nur etwas Kochsalz zuzusetzen, so gerinnt sie am Zinkpol, und es bilden sich keine Wellen.

Setzt man einen flach ausgebreiteten Tropfen Blutes vom Frosch oder von einem Säugethiere der galvanischen Säule aus, so bilden sich um den Kupferpol die gewöhnlichen Gasbläschen, am Zinkpole gerinnt das Eiweiss als ein unzusammenhängender Brei von Körnchen, gerade so, wie wenn Blutserum eben so behandelt wird. Die Blutkörperchen häufen sich weder am positiven noch am negativen Pol an; der Faserstoff gerinnt weder früher noch später als sonst, und weder am positiven noch am

negativen Pole, sondern im ganzen ausgebreiteten Tropfen zwischen beiden Polen und rund herum in einiger Entfernung der Pole. Unmittelbar um die Pole leiden die Blutkörperchen eine Zersetzung wegen der dort sich anhäufenden Säuren und Alkalien. Der Faserstoff gerinnt im ganzen Tropfen, ohne alle Veränderung der Blutkörperchen; diese Gerinnung tritt auf gleiche Art ein, wenn man arterielles oder venöses Blut von Kaninchen statt Froschblut anwendet.

Nimmt man vom frischen Froschblute das sich bildende Coagulum so lange heraus, bis sich nichts mehr bildet, so bleibt zuletzt ein Gemenge von Blutkörperchen und Serum übrig. Ein Tropfen von diesem rothen Satze flach ausgebreitet und dem galvanischen Apparate ausgesetzt, zeigt dieselben Phänomene wie frisches Blut, mit Ausnahme des Faserstoffes, welcher hier fehlt. Die Blutkörperchen häufen sich weder am positiven noch am negativen Pol an, sie bleiben im ganzen Tropfen an ihrer Stelle. Am Zinkpol entsteht der breiige Niederschlag von Eiweisskügelgelchen, wie beim Galvanisiren des Serums, nur dass er hier von Blutkörperchen röthlich gefärbt ist; am Kupferpole bildet sich der gewöhnliche Schaum und ein fadenziehendes, bräunliches Wesen von zersetzten Blutkörperchen.

Befreit man rothes Coagulum von Säugethierblut auf Fliesspapier vom Serum, so viel es möglich ist, so erhält man daraus durch Auswaschen des Kuchens eine möglichst reine Auflösung von Farbestoff, in welcher freilich immer etwas Eiweiss des Serums, welches im Coagulum eingeschlossen war, enthalten ist. Wurde ein Tropfen der möglichst starken Auflösung von Farbestoff der Volta'schen Säule ausgesetzt, so erhielt ich verschiedene Resultate, je nachdem ich mit den Kupferdrähten selbst die Kette schloss, oder dem sich stark oxydirenden Kupferdrahte des Zinkpoles ein Endstück von Platindraht ansetzte, um die Oxydation des Kupfers ausser Spiel zu lassen. Im ersten Falle erhielt ich Phänomene, welche von den von Dutrochet beschriebenen verschieden sind, im zweiten Falle erhielt ich die von Dutrochet beschriebenen Erscheinungen. Wandte ich blosse Kupferdrähte zum Schliessen der Kette an, so entstand ein rothes, breiiges Gerinnsel von Eiweiss und Blutroth um den Zinkpol. Dieses Gerinnsel nimmt immer mehr zu, indem der um den Pol entstandene rothe Ring von dem weiter erfolgenden Absatze weiter ausgedehnt wird. Die nachfolgenden Absätze sind aber weniger roth, meist weissgrau. Diese Gerinnung findet rund herum um den Draht statt, indess wächst das Coagulum in der Richtung vom Zinkpol gegen den Kupferpol hin etwas mehr, als sonst in der Peripherie des Zinkpoles. Diess ist eine Art Niederschlag, der die Form der Welle in den früheren Versuchen hat, aber aus einem consistenten Brei besteht. Am Kupferpol bemerkt man die gewöhnliche Gasentwicklung und zuweilen eine sehr undeutliche Welle, in welcher der Farbestoff eben so aufgelöst ist, wie in dem übrigen Tropfen; der Rand dieser Welle ist etwas röther. Dutrochet nennt diess eine rothe Welle, wozu gar kein Grund vorhanden ist. Es ist die um den Kupferpol gewöhnlich stattfin-

dende alkalische Solution des Thierstoffes, die hier, wie das Uebrige des Tropfens, Farbestoff aufgelöst enthält, während am Zinkpol Eiweiss und Farbestoff gerinnen. Dutrochet beschreibt die Phänomene vom Galvanisiren der Farbestoffauflösung ganz anders, vergl. Froriep's *Not. N.* 715. Es zeigten sich bei ihm zwei Wellen; die saure am Zinkpol war durchsichtig, und trieb, indem sie wuchs, den rothen Farbestoff vor sich her, welcher sich um die saure Welle her, so wie ausserhalb derselben anhäufte; die alkalische Welle am Kupferpol wurde dagegen durch den rothen Farbestoff selbst eingenommen. Die beiden Wellen bildeten, indem sie sich verbanden, ein leichtes Coagulum, welches von dem Eiweiss des mitausgewaschenen Serums herrührt. Der rothe Farbestoff verband sich fast sämmtlich mit diesem Coagulum. Aus diesem Versuche, wo der rothe Farbestoff von dem positiven Pol zurückweichen und am negativen Pol sich anhäufen soll, schliesst Dutrochet, dass diese Substanz positiv electrisch sey, ein Schluss, wozu dieser Versuch durchaus nicht berechtigt. Ich habe schon erwähnt, dass, wenn ich Kupferdrähte zum Schliessen der galvanischen Kette anwandte, der Farbestoff sogleich mit Eiweiss um den Zinkpol gerann, und dass das rothe Gerinnsel von neuem Gerinnen von Eiweiss nur weiter ausgedehnt wurde. Setzte ich dagegen an das sich beim Schliessen der Kette oxydirende Ende des Kupferdrahtes, zur Vermeidung dieses Einflusses, ein Stück sich nicht oxydirendes Metall, ein Stück Platindraht an, so erhielt ich fast ganz die von Dutrochet beschriebenen Phänomene. Es entstanden nun wirklich am Kupfer- und Zinkpol Wellen, welche gegen einander strebten. Sowohl die Welle des Kupferpoles, als die des Zinkpoles, hatte einen deutlichen rothen Rand; diess hat Dutrochet an der Welle des Kupferpoles übersehen, und diess ist sehr wichtig. Die Welle des Kupferpoles ist nicht röther als der Farbestoff ausser der Welle, nur ihr Rand ist röther; daher ist es unrichtig, wenn Dutrochet sagt, dass sich der Farbestoff am Kupferpol anhäufe; ich habe den Versuch ausserordentlich oft wiederholt, und nie diese Anhäufung gesehen. Der rothe Farbestoff entfernt sich sogar gewissermaassen in dem rothen Rande der Welle des Kupferpoles eben so vom Kupferpol, wie in dem rothen Rande der Welle des Zinkpoles vom Zinkpol. Wenn die Welle des Kupferpoles nicht röther als der Farbestoff im Tropfen ausser der Welle ist, so ist dagegen die Welle des Zinkpoles im Innern wirklich farbloser und weniger gefärbt, als der Farbestoff ausser der Welle, aber doch auch nicht ganz farblos. Der Rand der mehr durchsichtigen Welle des Zinkpoles ist röther, als der Rand der Welle des Kupferpoles, der jedoch ebenfalls durch seine stärkere Färbung auffällt; im Rande der Welle des Kupferpoles ist der Farbestoff concentrirt aufgelöst; im Rande der Welle des Zinkpoles besteht der Farbestoff aus sehr kleinen Kügelchen. Nach meiner Ansicht hat dieser Versuch grosse Aehnlichkeit im Erfolge mit dem, wenn man Eidotterauflösung der Einwirkung der Volta'schen Säule aussetzt. Wendet man bei der Farbestoffauflösung blosse Kupferdrähte zum Schliessen der Kette an, so gerinnt Farbestoff und Eiweiss am Zinkpol. Setzt

man etwas Kochsalz zu Eidotterauflösung, so gerinnt das Eiweiss am Zinkpol. Vermischt man Farbestoffauflösung mit etwas Kochsalz, so verhält sie sich selbst am Platindrahte gleich der mit Kochsalz versetzten Eidotterauflösung, es entstehen keine Wellen, und es bildet sich ein weissliches Gerinnsel am Zinkpol. Nach allem diesem halte ich Dutrochet's Behauptung, dass der Farbestoff des Blutes electropositiv sey, für unerwiesen.

Dutrochet, welcher die Kerne der Blutkörperchen für dasjenige hielt, was den Faserstoff des Blutkuchens ausmache, löste von Farbestoff ausgewaschenes Coagulum oder farblose Fibrine in schwach alkalinischem Wasser auf. Eine solche Auflösung wurde der Volta'schen Säule ausgesetzt. Am negativen Pol entwickelte sich in Menge Wasserstoffgas, am positiven Sauerstoffgas; allein die beiden Wellen waren nicht vorhanden, der aufgelöste Faserstoff häufte sich nur am positiven Drahte oder Zinkpol an; woraus Dutrochet schliesst, dass die alkalinische Lösung von Fibrin sich wie ein Neutralsalz verhalte, dessen Alkali sich nach dem negativen, dessen Säure sich nach dem positiven Pol begiebt, und dass Fibrin negativ electrisch sey. Nun weiss man aber, dass der Faserstoff sich zu den Alkalien und Säuren so verhält, dass er bald die Rolle einer Basis, bald die einer Säure spielen kann. Aus seinem Verhalten zu Säuren hätte man ganz das Gegentheil von Dutrochet's Behauptung schliessen können, indem er ja mit den Mineralsäuren neutrale Körper bilden kann. Indessen war es nöthig, Dutrochet's Versuche selbst zu wiederholen. Ich fand sie, wie sich bei einem so genauen Beobachter voraussehen liess, in den meisten Punkten bestätigt. Ich erhielt jedesmal, wenn ich eine Auflösung von Faserstoff des Blutes in schwach alkalinischem Wasser auf einer Glasplatte oder in einem Uhrglase der Volta'schen Säule aussetzte, einen geringen Absatz von weissem, breiigem Coagulum am Zinkpol. Da ich nun den Faserstoff, von geschlagenem Ochsenblute genommen, lange Zeit auf dem Filtrum ausgewaschen hatte, so konnte ich ziemlich sicher seyn, dass er rein von Serum und von den Salzen des Serums war, und es scheint also die alkalinische Faserstoffauflösung wirklich auf den ersten Blick sich in electronegativen Faserstoff und electropositives Alkali zu scheiden. Bei diesem Schlusse ist indessen von den mineralischen Bestandtheilen und Salzen, welche der ausgewaschene Faserstoff für sich als Bestandtheile enthält, abgesehen, deren Zersetzung durch die Säule auch eine Entwickelung von Säure am Zinkpole bedingen, und dadurch den Faserstoff durch Bildung eines neutralen Körpers gerinnen machen konnte. Indessen lassen sich gegen den Versuch selbst noch gegründetere Einwürfe machen. Der von Dutrochet beschriebene Erfolg findet nur statt, wenn man Kupferdrähte zum Schliessen der Kette braucht, nicht aber, wenn man, um die Oxydation des Endes vom Kupferdrahte des Zinkpoles auszuschliessen, dieses Ende mit einem Stück Platindraht versieht, wie ich bei jedem von mir wiederholten Versuche gefunden habe. Dutrochet scheint seine Versuche bloss mit Kupferdrähten gemacht zu haben. Befindet sich am Zinkpol Platindraht, so bleibt die Entwickelung von Gas dieselbe, am Zinkpol aber sieht man noch mehr Gas in Bläschen

als vorher, weil es nun nicht mehr, wie vorher, den Kupferdraht sogleich oxydirt. Aber es bildet sich auch nicht die entfernteste Spur eines Gerinnsels am Zinkpol oder Platindraht. Hieraus muss man schliessen, dass die Bildung von Gerinnsel aus alkalinischer Faserstoffauflösung am Zinkpol beim Kupferdrahte von der Oxydation des Kupferdrahtes abhängig sey.

Genug dass Faserstoffauflösung in alkalinischem Wasser durch die galvanische Säule nicht zersetzt wird, sobald man nicht den sich oxydirenden Kupferdraht am Zinkpol hat, und dass also Faserstoff sich nicht evident als electronegativer Körper verhält. Wie sehr die Absetzung des Eiweisses und Faserstoffes aus Auflösungen am Zinkpole durch den Salzgehalt der Lösung bestimmt wird, sieht man aus folgendem Umstande: Alkalinische Lösung von Faserstoff setzt niemals am Platindrahte des Zinkpoles eine Spur von Gerinnsel ab, aber diese Gerinnung erfolgt sogleich, wenn man etwas Kochsalz zur Lösung zusetzt, wo dann die Salzsäure des Kochsalzes am Zinkpole das Gerinnsel bildet. Hieraus geht auch hervor, dass, wenn man mit einer Auflösung von Faserstoff in schwach alkalinischem Wasser an der Volta'schen Säule experimentiren will, der Faserstoff vorher von Serum vollkommen rein seyn muss, weil Serum Kochsalz enthält. Man erhält ihn von Serum rein, wenn man ihn von geschlagenem Blute sehr lange mit vielem Wasser auswäscht.

Dutrochet hat den Faserstoff des Blutes, den man aus dem rothen Coagulum erhält, für die Kerne der Blutkörperchen gehalten. Diess ist nicht richtig, da der Faserstoff, wie ich gezeigt habe, im Blute aufgelöst ist.

Da man, nach der von mir angegebenen Methode, Faserstoff des Froschblutes ohne Blutkörperchen erhält, indem er farblos aus frischem Blute durch ein Filtrum von weissem, nicht zu dünnem Filtrirpapiere geht, so schien es mir sehr interessant, das Verhalten des frischen, noch aufgelösten Faserstoffes vor dem Gerinnen gegen die galvanische Säule zu prüfen. Zu diesem Zwecke goss ich gleich viel destillirtes Wasser und Froschblut auf das Filtrum; die durchgehende Flüssigkeit wurde sogleich den Polen der galvanischen Säule ausgesetzt. Am Zinkpol setzte sich breiiges Eiweiss ab, der Faserstoff, wasserklar, sammelte sich weder am Zinkpol noch am Kupferpol, sondern gerann in der Mitte der Flüssigkeit und des Uhrglases als ein isolirtes Klümpchen, gerade so, als wäre die galvanische Säule gar nicht applicirt worden. Die Gerinnung des Faserstoffes erfolgte zur gewöhnlichen Zeit, und die Säule führte diese Gerinnung nicht erst herbei. Der Eiweissniederschlag am Zinkpol war von derselben Art, wie ich ihn beim Galvanisiren der vom Faserstoffklümpchen befreiten Flüssigkeit erhielt.

Ich habe auch die Kerne der Blutkörperchen vom Frosche gegen die Volta'sche Säule geprüft. Man bereitet sich ein Gemenge von Blutkörperchen und Serum, indem man das Gerinnsel umrüttelt und herausnimmt. Das Gemenge von Blutkörperchen und Serum wird in einem grossen Uhrglase mit Wasser versetzt, umgerührt und 24 Stunden stehen gelassen; dann hat sich der Farbestoff aufgelöst; und es sitzt auf dem Boden der weisse Satz

von Kernen der Blutkörperchen. Man saugt den grössten Theil der überstehenden Flüssigkeit mit einem Tubulus vorsichtig auf. Mengt man den weissen Satz mit etwas Wasser, und setzt einen grossen Tropfen, auf einer Glasplatte ausgebreitet, der Volta'schen Säule aus, so hat man dieselben Phänomene, wie, wenn man eine wässrige Eidotterauflösung der Säule aussetzt; es entstehen zwei Wellen: die des Zinkpoles ist trübe und treibt Kügelchen vor sich her, die des Kupferpoles ist durchsichtig und enthält keine Kügelchen. In der Auflösung des Farbestoffes treibt die Welle des Zinkpoles rothe Kügelchen, in dem Gemenge von Wasser und Kernen der Blutkörperchen treibt die Welle des Zinkpoles weisse Körperchen vor sich her. Hier ist kein electrischer Unterschied zwischen Kern und Schale. Die Welle des Zinkpoles ist bei der Farbestoffauflösung nur durchsichtiger, bei dem Gemenge von Wasser und Kernen der Blutkörperchen, so wie bei der Eidotterauflösung, die auch Kügelchen enthält, trübe. Indem ich nun in den Resultaten meiner Beobachtungen von Dutrochet in mehreren Punkten abweiche, muss ich doch der ingeniösen Art, mit welcher dieser geistreiche Naturforscher ein grosses Problem zu lösen suchte, meine grosse Bewunderung zollen.

Sollte Jemand so glücklich seyn, die Electricität des Blutes auf eine entscheidende Weise zu ermitteln, so könnte ich der Wissenschaft zu diesem grossen Fortschritte nur Glück wünschen. Bis dahin ist es angemessen, Erfahrungen, welche keine Schlüsse erlauben, mit aller Schärfe der Kritik zu prüfen; weil sie allzu leichtfertig von Andern aufgenommen werden, welche die Experimente nicht wiederholen. Ich habe schon erwähnt, dass man mit dem Galvanometer keine electrischen Ströme in dem Blute entdecken kann, ich erhielt keine Schwankungen der Magnetnadel des Multiplicators, selbst als ich den einen Draht in eine Arterie, den andern in eine Vene des lebenden Thieres einsenkte. Dagegen glaubte Bellingeri ein Mittel gefunden zu haben, die Electricität des Blutes an den Bewegungen der Froschschenkel zu prüfen, welche entstehen, wenn man Blut und ein Metall mit den Schenkelmuskeln und Nerven und unter einander in Verbindung bringt. Er ging von der Thatsache aus, dass durch Contact zweier verschiedener Körper die vorhandene Electricität in grössere oder geringere Spannung tritt, und dass diese Spannung um so grösser ist, je weiter beide Körper in der nach ihrem electrischen Verhalten geordneten Reihe von einander abstehen. Bellingeri ordnete die Metalle folgender Maassen: Zink, Blei, Queeksilber, Antimon, Eisen, Kupfer, Wismuth, Gold, Platina. Nun verglich er das electrische Verhalten des Blutes mit dem der genannten Metalle, wenn Blut mit einem der Metalle in Contact, und Blut und Metall mit Nerven und Froschschenkel in Verbindung gebracht wurde, wobei die Zusammenziehung der Froschschenkel als Electrometer diente. Nun soll ferner bei Fröschen, die schon etwas von ihrer Reizbarkeit verloren haben, nach ihm, von zwei Metallen, wovon das eine am Nerven, das andere am Muskel angebracht wird, dasjenige sich positiv verhalten, dessen

Anbringung am Muskel bei Schliessung der Kette, und dessen Anbringung am Nerven entweder gar nicht oder nur beim Oeffnen der Kette Zuckung erregt. (Es ist wohl umgekehrt.) So will er nun gefunden haben, dass das Blut gegen verschiedene Metalle sich verschieden verhielt, dass beide Blutarten meist gleich, dass sie in den meisten Fällen wie das Eisen sich verhalten. Diese sogenannte Electricität des Blutes soll sich lange nach dem Aderlass erhalten (Froriep's *Not.* 408.). Vergl. p. 71.

Es ist unbegreiflich, wie man diesen Versuchen grossen Werth beilegen konnte. Ich habe schon p. 68. meine im Frühlinge vor der Begattungszeit der Frösche angestellten Versuche erzählt. Wenn man den Nerven des Froschschenkels in ein Schälchen mit Blut oder Wasser (gleichviel) legt, und die Schenkelmuskeln und die Blutflüssigkeit mit einem Stück Kupferdrath in Verbindung bringt, so erhält man eine Zuckung des Froschschenkels. Indem ich diese Versuche eben jetzt in kalter Herbstwitterung (Ende October) wiederhole, erhalte ich dieselben Resultate, und überzeuge mich, dass die p. 68. berichteten seltenen electrischen Phänomene nicht bloss vor der Begattungszeit im Frühlinge, sondern auch in kalter Herbstwitterung gleich leicht eintreten. Hier kann man sich nun überzeugen, dass eine Kette von Kupfer und Wasser zwischen Nerven und Muskel vollkommen gleich gut ist, als eine Kette von Kupfer und Blut. Was hat man nun damit gewonnen, wenn das electrische Verhalten des Wassers dasselbe ist, als das des Blutes? Dabei kann es wohl seyn, dass nicht einmal das Blut oder Wasser in dieser Kette ein Electromotor ist, sie können eben so wohl blosse Leiter, und das Kupfer mit den Muskeln die Electromotoren seyn.

## *IV. Capitel.* Von den organischen Eigenschaften und Verhältnissen des Blutes.

### a. Belebender Einfluss des Blutes.

Das hellrothe arterielle Blut, dessen Blutkörperchen nach Michaelis kaum etwas weniger Kohlenstoff und kaum etwas mehr Sauerstoff im gebundenen Zustande enthalten, wird auf dem Wege durch die feinsten Gefässe des Körpers wieder dunkelroth oder venös, durch eine noch unbekannte Wechselwirkung mit der organisirten Materie, die die Organe fähig zum Leben, das Blut aber unfähig macht, diesen zum Leben nothwendigen Reiz weiter auszuüben. Nur dadurch, dass das Blut wieder in den Lungen hellroth wird, indem es Sauerstoff aus der Luft aufnimmt und Kohlensäure ausscheidet, und zwar mehr Sauerstoff aufnimmt, als es Kohlensäure (nach der chemischen Theorie von Kohlenstoff des Blutes und Sauerstoff der Luft gebildet) ausscheidet, erlangt es wieder diese Fähigkeit. Da, wie wir später sehen werden, innerhalb einiger Minuten das Blut den ganzen Körper durchkreiset, so erlangen und verlieren also dieselben Theile des Blutes in einigen Minuten einmal diese belebende Fähigkeit. Nur

im hellrothen arteriellen Zustande ist das Blut fähig, das Leben zu unterhalten, die Unterdrückung der Bildung des arteriellen Blutes in den Lungen erstickt, d. h. macht scheintodt und todt, vorzüglich, wie Bichat gezeigt hat, durch Lähmung der Funktionen des Gehirns und Nervensystems. Doch ist diese Nothwendigkeit beim Neugebornen, noch mehr im Winterschlaf und Scheintod und bei den niedern Thieren geringer, scheint selbst bei dem Foetus der Säugethiere ganz zu fehlen. Siehe den Art. vom Athmen. Am meisten sind aber die Kräfte des Nervensystems und des animalischen Lebens vom arteriellen Blut abhängig, diess sieht man an den Erscheinungen der Blausucht, wo durch Fehler in den Kreislaufsorganen (Offenbleiben des beim Foetus vorhandenen ductus arteriosus Botalli zwischen arteria pulmonalis und aorta, Offenbleiben des beim Foetus vorhandenen foramen ovale in der Scheidewand der Vorhöfe) beide Blutarten immer zum Theil gemischt werden. Die Ernährung, die Absonderung leiden hier wenig oder gar nicht, wenn auch das Aussehen der Haut dunkler und bläulich ist; aber die Muskelkraft fehlt, die geringsten Anstrengungen bringen Erstickungszufälle, Ohnmachten und selbst Scheintod hervor, der Geschlechtstrieb bildet sich nicht aus, die Wärme ist geringer. Es ist eine Neigung zu Blutflüssen und selbst zu tödtlichen Blutungen vorhanden. Siehe Nasse über den Einfluss des hellrothen Bluts auf die Entwickelung und die Verrichtungen des menschlichen Körpers aus Beobachtungen blausüchtiger Kranken, Reil's *Archiv. T.* 10. *p.* 213. Dass aber die vegetativen organischen Functionen weniger vom arteriellen Blut abhängen, sieht man auch daraus, dass Absonderungen zuweilen von Organen geschehen, die nicht allein arterielles, sondern noch mehr venöses Blut erhalten. So geschieht die Absonderung der Galle zum Theil vom venösen Blute der Pfortader, die Absonderung des Harns zum grössern Theil bei Amphibien und Fischen aus Venenblut der zuführenden Nierenvenen, welche diese beiden Thierklassen ausser den rückführenden Nierenvenen und den Nierenarterien besitzen.

Unterbindung aller Arterienstämme eines Gliedes hebt das Bewegungsvermögen auf, und erzeugt zuletzt örtlichen Tod. Grosse Blutverluste machen die höheren Thiere sogleich asphyctisch, die kaltblütigen überleben aber lange die Entleerung des grössten Theiles des Blutes, und Frösche leben selbst nach Ausschneidung des Herzens noch viele Stunden lang, und sind aller Bewegung fähig. Aber selbst erschlaffte ausgeschnittene Theile, wie das schon bewegungslose Herz des Frosches in v. Humboldt's Versuchen, scheinen durch Eintauchen in Blut wieder einigermaassen belebt zu werden.

Prevost und Dumas haben gezeigt, dass das Blut seine belebende Wirkung nicht so sehr durch das Blutserum als durch die darin schwebenden rothen Körperchen äussert. Spritzt man in die Gefässe eines bis zur Ohnmacht von Blut entleerten Thieres Wasser oder reines Serum von 30° C., so wird das Thier nicht erweckt. Nimmt man dagegen Blut von derselben Art, so wird es durch jeden Stoss merklich wieder belebt und zuletzt hergestellt. Diese Versuche sind von Dieffenbach bestätigt.

Diese Wiederbelebung soll nach Prevost, Dumas und Dieffenbach auch erfolgen, wenn man den Faserstoff des Blutes durch Schlagen entfernt, und das nicht mehr gerinnende Gemenge von Blutkörperchen und Serum einspritzt. Da, wie ich gezeigt habe, die Blutkörperchen in geschlagenem Blute durchaus unverändert sind, so sollte man, in den wenigen Fällen, wo eine Infusion von Blut in die Adern eines lebenden Wesens gerechtfertigt und wegen Blutleere nöthig ist, lieber geschlagenes, von Faserstoff befreites Blut von der gehörigen Temperatur injiciren. Dieses ist und bleibt vollkommen flüssig. Man vermeidet hierdurch die Hauptbeschwerde der Transfusionen, dass nämlich das Blut während dem Uebergang aus dem einen in den andern Körper allzuleicht gerinnt. Blut von einer andern Art, dessen Körperchen dieselbe Gestalt, aber verschiedene Grösse haben, bewirkt eine unvollkommene Herstellung, und gewöhnlich stirbt das Thier in 6 Tagen. Der Puls wird dann beschleunigt, das Athmen bleibt normal, die Wärme sinkt sehr schnell. Die Exretionen sind schleimig und blutig. Die geistige Thätigkeit scheint nicht abgeändert. Diess erfolgt auch, wenn bloss das vom Faserstoff befreite, cruorhaltige Blutserum eingespritzt wird. Einspritzen von Blut mit Kreiskörperchen in die Gefässe eines Vogels (von elliptischen und grösseren Körperchen) bewirkt heftige und der stärksten Vergiftung ähnliche Nervenzufälle, gewöhnlich den Tod, selbst sehr plötzlich, auch wenn eine geringe Menge eingespritzt wurde. So war z. B. die Wirkung von Schafblut auf Enten. In vielen Fällen, wo Kuh- und Schafblut Katzen und Kaninchen eingespritzt wurde, fand für einige Tage Herstellung statt. Es bleibt immer sehr merkwürdig, dass das Blut von Säugethieren tödtlich für Vögel ist. Von einem mechanischen Gesichtspunkt lässt sich dies nicht erklären. Denn die Injection von Flüssigkeiten, die Kügelchen grösser als die feinsten Blutgefässe besitzen, tödtet zwar durch Verstopfung der Lungengefässe und Erstickung, aber die Blutkörperchen der Säugethiere sind ja eben kleiner als die der Vögel. Nach Dieffenbach's zahlreichen Versuchen starben Tauben schon von wenigen Tropfen Säugethierblut. Fischblut soll auch die Säugethiere wie die Vögel tödten. Die Transfusion des Blutes, von Dieffenbach. Berlin 1828. Eine unvorsichtige Injection von Luft in die Adern und das Blut eines lebenden Thieres tödtet fast auf der Stelle durch Hinderniss des Blutlaufs in den kleinen Gefässen und im Herzen, indess sehr kleine Quantitäten nicht allein von atmosphärischer Luft und Sauerstoffgas, sondern selbst von irrespirabeln Luftarten, wie Stickgas, Stickgasoxydul, Wasserstoffgas, Kohlenwasserstoffgas, Kohlensäuregas, Kohlenoxydgas, in Nysten's Versuchen ohne tödtlichen Erfolg injieirt wurden. Nur Salpetergas, Schwefelwasserstoffgas, Ammoniakgas und Chlorgas waren absolut lethal. Nysten *recherches de physiol. et de chim. pathol. Paris* 1811.

### b. Thätigkeitsäusserungen im Blute selbst.

C. H. Schultz hat von einer sichtbaren lebendigen Wechselwirkung der einzelnen Blutmolecule und der Substanz der Gefässe gesprochen. C. H. Schultz *der Lebensprocess im Blute.*

*Berlin* 1822. Wenn man bei hellem Tageslicht durchsichtige, vom Blut durchflossene Theile observirt, dagegen die Täuschungen einer flimmernden, aber sehr undeutlichen Beleuchtung von intensivem, durch durchsichtige thierische Theile refrangirtem Sonnenlichte vermeidet, so bemerkt man in den Blutgefässchen niemals die geringste Spur einer selbstständigen Bewegung der einzelnen Blutmolecule. Ich habe den Blutlauf seit 10 Jahren in den verschiedensten Theilen, bei jeder Gelegenheit mit verschiedenen Instrumenten untersucht, nie habe ich aber bei guter Beleuchtung gesehen, was Schultz beschreibt, so wenig als Andere, Rudolphi, Purkinje, Koch, Meyen, ich meine das beständige Umwandeln und Untergehen und neue Bilden der Blutmolecule. Man überzeugt sich, dass die Blutkörperchen in dem allgemeinen Strom sich passiv verhalten, auch beim Comprimiren der Gefässe oder beim Druck auf das ganze Glied. Die Körperchen zeigen weder jetzt noch sonst eine Spur von Anziehung und Wechselwirkung gegen einander. Wenn man aber intensives Sonnenlicht durch durchsichtige thierische Theile durchströmen lässt, so hört alle Klarheit des Bildes wegen des Lichtspieles durch so viele wie kleine Linsen wirkende Körnchen des Blutes und die Unebenheiten der Substanz auf; man sieht nicht mehr das Vorbeiströmen der Körnchen, sondern einen allgemeinen Ausdruck flimmernder Bewegung, wobei man oft selbst nicht mehr die Richtung des Stromes unterscheidet. Dieselbe Täuschung hat statt, wenn man eine Flüssigkeit, worin Kügelchen enthalten sind, wie Milch bei durchscheinendem Sonnenlicht über den Objectträger des Mikroskopes fliessen lässt, oder auch wenn bei diesem Licht klares Wasser über ein matt geschliffenes Glas fliesst. Vergl. besonders Meyen, *Isis* 1828. 394. und die Recension eines Ungenannten, *Isis* 1824. 3. Noch unstatthafter ist es, die Blutkörperchen als Infusorien zu betrachten, wie Eber und Mayer gethan (Mayer *Supplemente zur Lehre vom Kreislauf. Bonn* 1827). Ueber die dem Blute mit Unrecht beigelegte Propulsivkraft, eine ihm selbst eigene Kraft, sich bei der Circulation zu bewegen, eine Kraft der Bewegung, die noch fortdauern soll, wenn die Kraft des Herzens nicht mehr wirkt, siehe den Artikel *vom Kreislauf. Capillargefässe.* Diese Annahme von Kielmeyer, Treviranus, Carus, Doellinger und Oesterreicher schien am meisten gerechtfertigt durch die Beobachtung Wolff's und Pander's, dass sich das Blut beim Hühnchen in der area vasculosa früher bildet als das Herz schlägt, und dass das Blut von der Peripherie der area vasculosa schon nach dem Herzen ströme, ehe noch das Herz schlägt. Indessen ist der letztere Theil dieses Satzes nicht sicher, und Baer ist zweifelhaft; es scheint ihm sogar, dass zuerst Bewegung im Herzen statt findet, etwas später die Strömung in dem Raume des durchsichtigen Fruchthofes und zuletzt noch erst ein Hinzuströmen des rothen Blutes aus der area vasculosa. Burdach *Physiol.* 2. 261. Auch Wedemeyer hat sich nicht überzeugen können, dass nicht zuerst vor der Strömung das Herz schlage. Die übrigen Gründe für die Propulsionskraft des Blutes stützen sich auf die Fortdauer der Blutbewegung in abge-

schnittenen Theilen. Abgesehen davon, dass diese Kraft der Bewegung in einer Flüssigkeit ohne eine Anziehung oder Abstossung von Seiten eines andern Gegenstandes unbegreiflich ist, habe ich zwar die Thatsachen, die man für jene Annahme anführt, zum Theil bestätigt gefunden, ich konnte aber nicht diese Schlussfolge daraus ziehen. In einem abgeschnittenen Theile sieht man mittelst des Mikroskopes unter zwei Bedingungen noch fortdauernde Bewegungen des Bluts in den feinsten Uebergängen der Arterien in Venen: 1) so lange das Blut noch aus den durchschnittenen Gefässstämmen ausfliesst, was auf den Zustand des Blutes in den Haargefässen wirken muss. So sieht man nach meinen Beobachtungen noch langsame Bewegungen, und zwar von den feinen Gefässen nach den grössern (also nach den Oeffnungen der durchschnittenen Gefässstämme) bis 10 Minuten nach Abschneiden eines Fusses beim Frosch. Diese Bewegungen entstehen nach meiner Ansicht bloss durch das Ausfliessen des Blutes, während die Gefässe durch die Elasticität einen engern Durchmesser annehmen, als sie vorher im Zustande gewaltsamer Ausdehnung hatten. Man sieht dies Engerwerden auch unter dem Mikroskop. Wird die Durchschnittsfläche, woraus das Blut abfliesst, mit dem Schenkel in die Höhe gehalten, so hört das Ausfliessen des Blutes früher auf, und schon nach 5 — 6 Minuten hört alle Spur der Bewegung in den Capillargefässen auf. Wedemeyer's Beobachtungen stimmen mit den meinigen sehr überein, nur dass er die Zeit nicht angiebt. Er sagt: Gleich nach dem Ausschneiden des Herzens strömt alles Blut in fast ununterbrochenem Zuge aus Arterien, Venen und Haargefässen nach der Wunde hin, indem die Elasticität der weichen Theile das Blut aus den kleinen Gefässen nach der kaum mehr Widerstand leistenden Wunde der grossen Gefässe hindrückt. *Ueber den Kreislauf des Blutes. Hannover* 1828. *p.* 233. 2) Wenn man auf einen feuchten abgeschnittenen Theil das intensive Sonnenlicht wirken lässt. Unter dem letzten Umstande trocknet und runzelt die Oberfläche des feuchten Theils sichtbar schnell. Dies bewirkt eine schnellere Entleerung der Capillargefässe, was beim Durchscheinen des intensiven Sonnenlichtes den schon berührten flimmernden Schein gewährt. Man wird daher, wie ich an einem abgeschnittenen Fledermausflügel, noch viele Stunden lang stellenweise, aber nur da eine Spur von flimmernder Bewegung des Bluts in den feinsten Gefässen bemerken, wo man gerade das intensive Sonnenlicht augenblicklich durchscheinen lässt. Bei nacktem Auge sieht man das ausserordentlich schnelle Runzeln der Oberfläche. Befeuchtet man die einschrumpfende Stelle wieder, so hört das Zusammenschrumpfen und damit auch die flimmernde Bewegung im Innern der Gefässe auf einige Augenblicke auf, beginnt aber sogleich wieder mit der zunehmenden Verdünstung und Austrocknung. Selbst nach 1½ Tagen konnte ich an dem so befeuchteten Flügel noch ein Flimmern im Innern bei intensivem Sonnenlichte sehen. Nach Baumgaertner (*Beobachtungen über die Nerven u. d. Blut. Freiburg* 1830.) dauerte beim Frosch die Bewegung des Blutes nach Unterbindung einer Arterie 3—5

Minuten, eine Bewegung, die der treffliche Baumgaertner von Wechselwirkung der Nerven und des Blutes, nicht von der Elasticität der vorher ausgedehnten Arterien ableitet. Schon Anastomosen können solche Erscheinungen bewirken. Leider beweisen die sinnreichen von Baumgaertner angestellten Beobachtungen nicht evident dasjenige, was sie sollen. Ich habe übrigens beobachtet, dass der Blutlauf in den feinsten Gefässen nach Compression einer Arterie meist schnell aufhört. Gerade dann müsste man die eigene Bewegung der Blutkörperchen sehen, wenn sie wirklich existirte. Mortificirte ich das Herz eines Frosches durch liq. kali caust., so konnte ich unter dem Mikroskop noch einige Zeit Bewegung in den feinsten Gefässen sehen, wahrscheinlich von der Zusammendrückung des Blutes in den Arterien durch ihre elastische, früher stark ausgedehnte Haut. Das Blut blieb einmal über eine Stunde flüssig in den feinsten Gefässen, und bewegte sich von Zeit zu Zeit bald vorwärts, dann wieder rückwärts, dann stand es still, dann bewegte es sich wieder, wahrscheinlich je nach der Zusammendrückung der Gefässe durch gelinde Bewegungen des Frosches oder einzelner Muskelpartien des Beines. Ich läugne daher die eigenthümliche Propulsionskraft, und nehme nur die, den Kreislauf nicht nothwendig erleichternde, lebendige Wechselwirkung und Anziehung zwischen Substanz und Blut an, wodurch unter sonst gleichen Umständen ein mehr belebter Theil mehr Blut aufnimmt, als sonst und als andere Theile und gewisse Theile selbst sich aufrichten, eine Wirkung, welche man nicht aus der Zusammenziehung der zuführenden Gefässe jener Theile erklären kann, da 1) diese Contractilität der Gefässe, wie in der Lehre vom Kreislauf bewiesen wird, nicht existirt, und 2) keine dauernde Anfüllung dieser Theile hervorbringen könnte. Selbstständige Bewegungen des Saftes ohne Herz, wie bei den Pflanzen, kennt man bis jetzt auch von niederen Thieren nicht mit Sicherheit. Nordmann hat sich über einen von ihm beobachteten Saftumlauf in der Hülse von Alcyonella diaphana, den er der Saftbewegung in den Internodien der Charen vergleicht, nicht weiter erklärt. Carus entdeckte an Echinus edulis in demjenigen zarthäutigen Wasserröhrengewebe, das den Saum zwischen den äusserst feinen Löcherchen der Fühlergänge (ambulacra) immer begleitet, selbst wenn die Theile dieses Gewebes abgeschnitten sind, eine Cirkelbewegung von Kügelchen. *Mikrograph. Beiträge 2 H. Berlin* 1832. 75. Vergl. Treviranus *Erscheinungen und Gesetze des organ. Lebens.* 1. 234. Die von Nordmann an Diplozoon und von Ehrenberg an Distomen beobachtete Saftbewegung in Gefässen, die ihren Durchmesser nicht ändern und sich nicht zusammenziehen, kann bei einer gewissen Richtung von Klappen allein schon durch die Zusammenziehungen des ganzen Körpers hervorgebracht werden.

Treviranus, Mayer und Andere haben die mehrere Secunden dauernde Durcheinanderbewegung der Blutkörperchen in einem Tropfen Blutes, der unter das Mikroskop gebracht wird, für automatische Bewegung angesehen. Man kann diese momentanen wirbelnden Bewegungen indess, wie ich öfter beobachtet,

und was entscheidend ist, auch in Tropfen längst aus dem Körper entlassenen Blutes sehen. Wenn man z. B. sich von gerütteltem Froschblut ein Gemenge von Blutkörperchen und Serum bereitet und das Gerinnsel entfernt, und dann nach 12 — 24 Stunden einen Tropfen davon unter das Mikroskop bringt, so sieht man dieselbe Vertheilung, dasselbe Strömen der Blutkörperchen, wie im frischen Blute. Diese Bewegung kann daher nicht lebendig seyn. An Blut von warmblütigen Thieren haben solche Beobachtungen ohnehin keine Beweiskraft, wegen der Bewegung, die von der Verdunstung herrühren kann. Vielleicht hat die kleine Formveränderung welche jeder Tropfen Flüssigkeit, den man auf einer Glasplatte ausbreitet, an den Rändern, zuweilen schnell, erleidet, an jenen Bewegungen grossen Antheil. Ich habe ferner öfter bemerkt, dass man in einem verdünnten Blutstropfen frischen oder ältern geschlagenen Froschblutes nach dem Aufhören der zuerst beschriebenen Bewegung sieht, dass einzelne der einander nahe liegenden Blutkörperchen sehr langsam sich einander etwas nähern. Diess hat indess wahrscheinlich auch physikalische Ursachen, wie Ausdünstung und Adhäsion.

Heidmann (Reil's *Archiv.* 6. 425.) hat Zusammenziehungen und Dilatationen im Blute beim Gerinnen beschrieben, ich habe sie nicht sehen können, so gewiss der geronnene Faserstoff sich unmerklich auf ein viel kleineres Volumen zusammenzieht. Dass aber die von Tourdes und Circaud beobachtete Zusammenziehung des geronnenen Faserstoffs durch Galvanismus nicht existirt, hat Heidmann selbst bewiesen, und ich habe nicht dergleichen gesehen, als ich in den p. 133 angeführten Versuchen den durchs Filtrum gehenden aufgelösten Faserstoff des Froschblutes galvanisirte und gerinnen liess.

Die Frage, ob das Blut eine lebendige oder nicht lebendige Flüssigkeit sey, erinnert an einen kritischen Zustand unserer Wissenschaft. Alles, was im Organismus auf eine von den unorganischen Gesetzen verschiedene Art Wirkungen zeigt, hat eine organische, oder, was dasselbe ist, lebendige Thätigkeit. Bloss die festen Theile als lebend betrachten zu wollen, ist unangemessen; denn feste organische Theile im strengen Sinne giebt es nicht, fast alle enthalten bis $\frac{4}{5}$ ihres Gewichtes Wasser, und eine bestimmte Grenze giebt es hier nicht. Betrachtet man nun die organische Materie überhaupt als lebensfähig, die organisirten Theile als belebt, so ist doch die Wirkung des Bluts schon aus physicalischen und chemischen Gründen nicht zu begreifen. Der Samen ist nicht bloss Reiz für de Befruchtung des Eies, sondern da er die Eier der nackten Amphibien und Fische ausser dem Körper befruchtet, da das neue Individuum eben sowohl die Fähigkeiten, Aehnlichkeit, ja sebst Krankheitsanlagen des Vaters hat, so ist der Samen offenbar, obgleich eine Flüssigkeit, eine lebende und belebende. Der keimfähige Theil des Eies, die Keimscheibe, ist eine ganz unorganisirte Aggregation von Thierstoff, und dennoch von der ganzen organisirenden Kraft belebt und belebend, obgleich weich und der Flüssigkeit noch verwandt. Auch das Blut zeigt organische Eigenschaften, es wird von dem

belebten und gereizten Theil angezogen, es besteht eine lebendige Wechselwirkung zwischen dem Blut und den organisirten Theilen, in der das Blut eben so gut Antheil hat als die Organe selbst. Der bei der Entzündung ausschwitzende Faserstoff des Blutes ist anfangs flüssig, und bildet, indem er erhärtet, Pseudomembranen; aber dieses Exsudat wird durch blosse Wechselwirkung mit dem exsudirenden Organe auch organisirt und von Blut und Gefässen durchdrungen. Das Blut hat daher selbst schon Lebenseigenschaften, und dasselbe gilt von allen thierischen Säften, welche nichts Zersetztes, wie Urin, Kohlensäure, ausführen. Der Speichel, die Galle wirken assimilirend auf die Nahrungsstoffe, die Organe assimilirend auf das Blut, und hier giebt es keine scharfe Grenze zwischen lebensfähigen und belebten Stoffen. Diejenigen aber, welche am wenigsten belebt sind, bleiben, so lange sie nicht zersetzt sind, lebensfähig.

### c. Entstehung des Blutes.

Die Materialien zur Bildung des Blutes sind bei dem Erwachsenen die Contenta der Lymphgefässe, die klare Lymphe und der weissliche Chylus, wovon die erstere Nahrungsstoffe aus dem Innern der organisirten Theile, der letztere die im Darmkanal durch die Lymphgefässe ausgezogenen Nahrungsstoffe, in den ductus thoracicus und so fort ins Blut führen. Die Lymphe und der Chylus enthalten aufgelöstes Eiweiss und aufgelösten Faserstoff, weniger als das Blut. Durch diese in der Lymphe aufgelösten Stoffe gleicht die Lymphe ganz der klaren Blutflüssigkeit, liquor sanguinis, aus welcher das Blut besteht, wenn man von den rothen Körperchen absieht. Dieser klare liquor sanguinis enthält auch, wie ich gezeigt habe, den Faserstoff vor dem Gerinnen aufgelöst. Mit vollem Rechte kann man daher den farblosen liquor sanguinis gleichsam die Lymphe des Blutes nennen, und man kann behaupten, dass Lymphe Blut ohne rothe Körperchen, dass Blut Lymphe mit rothen Körperchen ist. Das Eiweiss des Blutes hat seine Entstehung in der Verdauung, von da es in die lymphatischen Gefässe übergeht. Die verdauten Nahrungsstoffe enthalten im Darmkanal aufgelöstes Eiweiss, keinen gerinnbaren Faserstoff; dieser bildet sich erst in den Lymphgefässen und gelangt so ins Blut. Merkwürdig ist die von mir beobachtete, fast constante Thatsache, dass bei länger aufbewahrten, also hungernden Fröschen das Blut häufig nicht mehr gerinnt, so wie auch ihre Lymphe, die sonst gleich dem Blute schnell gerinnt, dann nicht mehr coagulirt. Im Winter gerinnt gleichwohl das Blut der Frösche oft, wenn auch nicht so vollständig, gleich wie in allen Fällen, wenn ihr Blut nicht ganz gerinnt, auch ihre Lymphe nicht so fest coagulirt. Diess finde ich so bei mehreren der ausgegrabenen, sonst ganz muntern Frösche. Der Chylus ist weniger deutlich alkalisch als das Blut. Lymphe und Chylus enthalten weniger feste Theile als das Blut und namentlich weniger Faserstoff. 100 Theile Chylus enthalten nach Tiedemann und Gmelin 0,17 — 1,75 trocknen Faserstoff. In dem Chylus ist

freies Fett vorhanden, das im Blute inniger gebunden zu werden scheint, auch ist das Eisen im Chylus weniger gebunden als im Blute, und lässt sich nach EMMERT nach Behandlung des Chylus mit Salpetersäure durch Galläpfeltinctur darstellen. Die Lymphe und der Chylus enthalten jedoch auch eine eigene Art sparsamer Körnchen. Die äusserst sparsamen Körnchen der gerinnbaren Froschlymphe, die man z. B. unter der Haut des Oberschenkels beim Frosche antrifft, sind ungefähr 4mal kleiner als die elliptischen Blutkörperchen des Frosches, so gross als die elliptischen Kerne der Blutkörperchen des Frosches; sie sind indess nicht elliptisch, und noch weniger ganz länglich, wie die Kerne der Blutkörperchen des Salamanders, sondern rund; sonst könnte man vermuthen, dass sie die Kerne der Blutkörperchen würden. Die Kügelchen des Chylus der höheren Thiere sind rund und nicht platt, wie die Blutkörperchen, sie sind nach LEURET und LASSAIGNE bei den Vögeln auch rund, während die Blutkörperchen derselben doch elliptisch sind. Von den Blutkörperchen unterscheiden sich die Chyluskörperchen auch, dass sie im Wasser unauflöslich sind, während sich die Schale der Blutkörperchen im Wasser auflöst. Von den im Wasser unauflöslichen Kernen der Blutkörperchen unterscheiden sie sich wieder durch ihre Grösse. PREVOST und DUMAS fanden die Chyluskügelchen $\frac{1}{7999}$ P. Z., was mehr als halb so viel beträgt, als die Blutkörperchen des Menschen. Ich habe die Chyluskügelchen jedesmal auf derselben Glasplatte mit den Blutkörperchen desselben Thieres untersucht, und fand ihre Grösse bald gleich der der Blutkörperchen, wie bei der Katze, bald und zwar meist etwas kleiner, wie beim Kalbe, bei der Ziege, beim Hunde, bei welchem letztern ich sie von sehr verschiedener Grösse, die meisten sehr klein und alle kleiner als die Blutkörperchen fand. Beim Kaninchen fand ich sogar die Chyluskügelchen zum Theil grösser als die Blutkörperchen; die meisten waren sehr klein, $\frac{1}{2}$ — $\frac{2}{3}$ so gross als die Blutkörperchen, und einige waren offenbar grösser, wenigstens noch einmal so gross.

Nach AUTENRIETH soll der ins Blut ergossene Chylus in 10 bis 12 Stunden in Blut umgewandelt werden, weil man innerhalb dieser Zeit noch häufig das Serum milchweiss sehe. Vielleicht geschieht indess diese Umwandlung noch langsamer; denn ich habe schon bemerkt, dass, wenn man in Blut mit etwas unterkohlensaurem Kali die Gerinnung verlangsamt, beim Sinken der Blutkörperchen die überstehende Flüssigkeit häufig etwas trübe und weisslich ist.

Wo das in der Lymphe und dem Chylus fehlende Blutroth, wovon man bloss in dem Chylus des Ductus thoracicus zuweilen eine Spur findet, oder wo die Schale der Blutkörperchen entstehe, ist ganz unbekannt, wenn auch das Athmen dabei eine Rolle zu spielen scheint. HEWSON's Hypothese, dass das Blutroth sich in der Milz und in der zuweilen etwas schmutzigröthlichen Milzlymphe bilde, hat keinen Grund; die Milz kann ohne beschwerliche Folgen bei Thieren exstirpirt werden.

Es ist völlig unmöglich, sich davon einen Begriff zu machen,

was die eigenthümliche platte Form, die plattrunde Form dieser Körperchen bei den Säugethieren, die plattovale Form bei den übrigen Wirbelthieren bedingt. Im ganzen Körper giebt es keine ähnlichen Elementarformen. In dem bebrüteten Ei ist das einzige Material zur ersten Blutbildung die Substanz des Keimes oder der Keimhaut selbst, die sich wieder aus der Eiflüssigkeit oder der Dottersubstanz vergrössert. In der Keimhaut erzeugt sich das Blut zuerst, wie man genau beobachten kann, ehe die Gefässe, ehe die Drüsen gebildet sind, welche bei dem Erwachsenen Einfluss auf die Blutbildung haben. Die aus der vergrösserten Keimscheibe entstandene Keimhaut zeigt bald eine obere dünnere Schichte (seröses Blatt), und eine untere dickere Schichte (Schleimblatt). Auch bildet sich um die in der Mitte der Keimhaut sich zeigende Spur des Embryo ein durchsichtiger Hof, *area pellucida*, während der äussere Theil der Keimhaut undurchsichtig bleibt, und dieser undurchsichtige Theil der Keimhaut wird bald wieder durch eine Abgrenzung in ein äusseres und inneres ringförmiges Feld abgetheilt, beim Vogel in der 16.—20. Stunde (v. Baer). Diese Abgrenzung schliesst zunächst den einen Theil des undurchsichtigen Stückes der Keimhaut ein, welches den innersten oder durchsichtigen Hof der Keimhaut umgiebt, und *area vasculosa* genannt wird, weil sich innerhalb dieses Hofes das Blut und die Gefässe bilden. So weit die Area vasculosa reicht, zeigt sich zwischen den beiden Blättern der Keimhaut eine körnige Lage, welche sich bald in körnige dichte Inseln und durchsichtige Zwischenräume zertheilt, in denen sich zuerst eine gelbliche, hernach rothe Flüssigkeit ansammelt, das Blut (zuerst in der Peripherie der Area vasculosa deutlich). Die Blutkörperchen des Vogelembryo sind nach Prevost und Dumas von der Blutbildung in der Keimhaut an in den ersten Tagen rund, erst am 6. Tage fangen sie an elliptisch zu werden, am 9. Tage sind sie alle elliptisch. Froriep's *Not.* 175. Aehnliches haben Hewson, Schmidt und Doellinger beobachtet. Schmidt *über die Blutkörner. Würzb.* 1822. Eben so Baumgaertner (*über die Nerven und das Blut. Freiburg* 1830.) bei Amphibien und Fischen, E. H. Weber (*Anatomie* 4. 478.) bei Froschlarven. Nach Baumgaertner entstehen die Blutkörperchen folgendermaassen: Die Blutkörperchen sind zuerst runde, nicht platte Kugeln, aus einer Menge kleiner Kügelchen zusammengesetzt, die den Dotterkügelchen gleichen; indem sie allmählig durchsichtig geworden, verschwindet dieses körnige Wesen, worauf der durchsichtige Ring sich ausbildet und der Kern entsteht. Allmählig entsteht die elliptische Form. Auch Weber sah die Blutkörperchen der jüngsten Froschlarven auch aus mehreren kleineren Körnchen zusammengesetzt. Diese Körnchen sollen sich nach Baumgaertner aus Dottersubstanz bilden. Nach Doellinger (*Denkschr. der Akad. zu München.* 7. 169.) und Baumgaertner sollen sich auch bei jungen Thieren, und also auch wohl bei erwachsenen, Blutkörperchen bilden, indem Partikeln der Organe sich ablösen, und mit den nächsten Blutströmchen in Wechselwirkung treten. Es ist offenbar, dass das Blut aus der Substanz der die Dotterflüssigkeit aufnehmenden Keim-

haut selbst entsteht, und dass es keiner besondern Organe zu dieser Umwandlung bedarf, da noch keine Organe wie der Darmkanal, die Leber, die Milz, die Lungen u. s w. existiren. Diese Thatsache belehrt uns, dass wir den Vorgang der Blutbildung und Formation der rothen Körperchen (aus den Chyluskügelchen?) nicht allzusehr in besonderen Organen des Erwachsenen suchen müssen, und es ist sehr wahrscheinlich, dass unter dem Einfluss der allgemeinen Lebensbedingungen, wie sie beim bebrüteten Ei statt finden, auch beim Erwachsenen aus dem Chylus Blut wird. Einen wesentlichen Antheil scheint dabei das Athmen zu haben, insofern auch beim bebrüteten Ei der Einfluss der atmosphärischen Luft und bei den Wasserthieren des lufthaltigen Wassers durchaus zur Entwicklelung nöthig scheint, und die Luft die beim Athmen gewöhnliche Veränderung erleidet, mag nun der Sauerstoff der atmosphärischen Luft in das Blut treten und Kohlensäure aus dem Blut entfernt werden, oder der Sauerstoff der Luft mit Kohlenstoff des Blutes zu der ausgeschiedenen Kohlensäure sich verbinden. Eine wichtige Beobachtung von Baer (*de ovi mammalium genesi*) könnte es sogar wahrscheinlich machen, dass zur ersten Entstehung des Blutes in der Keimhaut bei den Säugethieren nicht einmal jene Luftveränderung nöthig ist. Denn Baer hat das Ei der Hunde zu einer Zeit beobachtet, wo die area vasculosa der Keimhaut schon Blut und Gefässe enthielt, aber das Ei noch ganz frei und ohne die Verbindung mit dem Uterus, durch welche das Athmen ersetzt werden könnte, in demselben enthalten war, wobei Burdach vermuthet, dass der den Muttermund geschwängerter Säugethiere schliessende Schleimpfropf doch atmosphärische Luft zum Ei treten lasse. In diesem Zustand ohne Gefässverbindung mit dem Uterus bleibt das Ei der Beutelthiere sogar, siehe Owen *Philos. transact* 1834. *p.* 2. Beim Foetus der Säugethiere giebt es aber auch später noch keinen deutlichen Unterschied zwischen arteriösem und venösem Blut, und das Athmen wird durch einen unbekannten Process anderer Art in der Verbindung des Eies mit dem Uterus unnöthig. Wenigstens ist es mir aus neueren Beobachtungen immer unwahrscheinlicher geworden, dass irgend ein merklicher Unterschied der Farbe zwischen dem Nabelarterienblut und dem aus der Placenta zurückkehrenden Nabelvenenblut existirt. Siehe 2. *Buch.* 1. *Abschn.* 3. *Cap.* Vielleicht ist das Athmen zur Bildung von Blutroth nicht mehr unmittelbar nöthig, wie zum Leben überhaupt. Dagegen spricht freilich die Erfahrung, dass das Chyluscoagulum sich in seltenen (von mir noch nicht beobachteten Fällen) an der Luft etwas röthet. Die Beobachtung, dass der Pferdechylus (selten der Chylus anderer Thiere, wenn er rein gewonnen ist), im ductus thoracicus etwas röthlich ist, kann man vor der Hand noch nicht wohl benutzen zur Entscheidung, ob vielleicht schon in dem lymphatischen System die Bildung des Blutroths beginne, da gar leicht aus dem Venenstamm einige Blutkörperchen in den ductus thoracicus treten und mit dem Chylus sich vermengen können. Goeze's Beobachtung, welche Treviranus anführt, dass das Blut

der erstarrten Frösche im Winter weisslich sey, habe ich niemals an aus der Erde gegrabenen Fröschen bestätigt gefunden, obgleich ich fortwährend in der Winterzeit, wenn die Witterung das Ausgraben zulässt, ausgegrabene Frösche, freilich nicht erstarrt, erhalte.

Dass das Blut durch das Athmen eine zur Unterhaltung des Lebens nothwendige Veränderungen erleidet, beweiset der Tod, der jedesmal eintritt, sobald diese Function unterbrochen wird. Die Natur dieses Einflusses lässt sich indess nicht weiter bestimmen; den ganzen Einfluss des Athmens auf die Bildung des Blutes können wir nicht im Einzelnen berechnen, wir haben keine Gelegenheit zu beobachten, ob das Blut ohne alles Athmen seine rothe Farbe und die damit verbundenen Veränderungen nicht annähme, ob sich keine Blutkörperchen bildeten, wir können immer nur einen ausserordentlich kleinen Bruch dieses Antheils beim Durchgange des Blutes durch die Lungen beobachten, wo das Blut, nachdem es in den Capillargefässen des Athemorganes dem Einflusse der atmosphärischen Luft oder bei Wasserthieren des lufthaltigen Wassers ausgesetzt ist, seine dunkelrothe in hellrothe Farbe verändert, welche letztere wieder in den Capillargefässen aller übrigen Theile des Körpers in Dunkelroth sich umwandelt. Allein leider kennen wir auch bei dieser Veränderung nur die Farbe, nicht die damit verbundene Umwandlung der Materie, wie sich aus der bei der Lehre vom Athmen folgenden Vergleichung des arteriösen und venösen Blutes ergeben wird.

Eben so wenig lassen die Untersuchungen über die Veränderung der Luft, worin geathmet wird, einen sichern Schluss zu, ob die, gegen das in der Luft verschwindende Sauerstoffgas ausgeathmete, Kohlensäure durch Verbindung von Kohlenstoff des Blutes mit Sauerstoff der Atmosphäre entstehe (Lavoisier, Laplace), oder ob Sauerstoff an das Blut übergehe und die etwa schon im Blute praeexistirende Kohlensäure ausgeathmet werde, welche in den Wegen der Circulation sich bildete (Hassenfratz und Lagrange). Aus den Verdauungsorganen kann sie unmöglich kommen, da Kohlensäure auch bei lange hungernden Thieren ausgeathmet wird. Der weitere Verfolg dieser Untersuchungen wird in der Lehre vom Athmen gegeben. Hier kann das Resultat derselben vorausgeschickt werden, dass sich die Veränderungen der Luft durch das Athmen nach den qualitativen Verhältnissen eben so gut erklären lassen, wenn man eine Bildung von Kohlensäure der ausgeathmeten Luft durch den eingeathmeten Sauerstoff der Atmosphäre und den Kohlenstoff des Blutes annimmt, als wenn man annimmt, dass der Sauerstoff ins Blut übergehe und im Blute überall oder vorzüglich in den Capillargefässen des Körpers mit dem Kohlenstoff des Blutes Kohlensäure bilde, die aus dem Blute ausgeathmet werde, wenn Sauerstoff an die Stelle tritt. Da indess bei allen Thieren und am meisten bei den Fischen mehr Sauerstoff aus der Luft oder aus dem lufthaltigen Wasser beim Athmen verschwindet, als auf die ausgeathmete Kohlensäure verwandt wird, so ist die Aufnahme eines Theils des aus der Luft beim Athmen entschwundenen Sauer-

stoffs in das Blut sehr wahrscheinlich, mag nun die eine oder die andere Theorie statthaft seyn. Der ins Blut übergehende Sauerstoff, welcher es hellroth macht, scheint in demselben gebunden zu werden, weil er sich nach neueren Versuchen nicht daraus entwickeln lässt. Der Stickstoffgehalt der Atmosphäre wird durch das Athmen nicht wesentlich verändert. Der Sauerstoff und die Befreiung des Blutes von einem Theil von Kohlenstoff sind daher die Ursache, welche das arterielle Blut zu dem alleinigen Reiz der belebten Organe machen. Venöses Blut, welches diese Veränderung nicht erleidet, wirkt auf die belebten Organe und besonders das Nervensystem tödtlich ein und nimmt ihre Erregbarkeit, gleich wie Kohlensäure, Schwefelwasserstoff, Kohlenwasserstoffgas und andere Gasarten, welche die Erregbarkeit der Organe aufheben und meist das hellrothe Blut dunkel machen. Cuvier (*Vergl. Anat.* 4. *p.* 147.) nimmt zugleich an, dass die arterielle Beschaffenheit im Blute schon auf dem Wege durch den Körper bis zu den Capillargefässen durch materielle Umwandlung abnehme, und erklärt daraus die geringere Vitalität der vom Herzen entfernteren Theile. Wir befinden uns hier wieder in einer völligen Ungewissheit, ob das venöse dunkelrothe Blut deswegen unfähig ist das Leben zu erhalten, weil es etwas nicht hat, was das arterielle hat, oder weil es eine bei der Wechselwirkung des arteriellen Blutes mit den Organen entstandene schädliche Combination der Elemente erlitten, die bei dem Athmen und durch Ausscheiden der Kohlensäure wieder hergestellt wird. Es bleibt immer sehr merkwürdig, dass das venöse Blut des Embryo der Säugethiere, obgleich er nicht im eigentlichen Sinne athmet, diesen schädlichen, gleichsam erstickenden Einfluss auf das Leben nicht hat, mag es nun seyn, dass diese schädliche Beschaffenheit des venösen Blutes, wegen des Mangels des Athmens und des Mangels der Wechselwirkung wahrhaft arteriellen Bluts mit den Organen, noch nicht sich bilden kann, oder weil das Athmen durch die Verbindung des Embryo mit der Mutter ersetzt wird.

Da das Blut durch das Athmen beständig Kohlenstoff verliert, so scheint hiedurch die relative Menge des Stickstoffs im Körper zuzunehmen. Cuvier glaubt, dass hiedurch die Animalisation der thierischen Stoffe zunehme, weil der Charakter der Thierheit der Azotgehalt der Substanzen ist. Wenn diess richtig wäre, so müssten die Theile eines lebenden Thieres mehr Stickstoff enthalten, als das Fleisch der Thiere, von dem sich ein anderes Thier nährt, was ein Widerspruch ist. Bei den Fleischfressern wäre das Athmen in dieser Hinsicht kein Vortheil, und die Pflanzenfresser müssten mehr Athmungsbedürfniss haben als die Fleischfresser, weil ihre Nahrungsstoffe weniger Stickstoff enthalten. Allein die bei dem Athmen durch Ausscheidung von Kohlenstoff relativ steigende Menge des Stickstoffs im thierischen Körper bleibt überhaupt nicht, denn beständig wird in dem Harn mit dem Harnstoff und der Harnsäure, welche mehr Stickstoff enthalten, als irgend ein thierischer Stoff, ein Ueberfluss von Stickstoff aus dem Körper ausgeschieden.

Den Einfluss der Milz, Nebennieren, Schilddrüse und Thymusdrüse auf die Blutbereitung kennt man durchaus nicht. Siehe das Nähere im 2. Buch 4. Abschn.

Die Abscheidungen gewisser Stoffe aus dem Blute, welche aus der organischen Oekonomie entfernt werden, haben einen grossen Antheil an der Erhaltung der reinen Mischung des Bluts. Hieher gehört die Ausscheidung überflüssiger oder unbrauchbarer eingeführter Theile, des Wassers (durch Lungen- und Hautausdünstung und Harn) oder der durch die Nahrungsstoffe eingeführten mineralischen Stoffe (meist durch den Harn) und der Stoffe, die einen Ueberfluss von Kohlenstoff, oder Stickstoff, oder Sauerstoff, oder Wasserstoff enthalten, durch die Lunge (Kohlensäure), oder durch die Leber (kohlenstoff- und wasserstoffreiche Verbindungen), oder durch den Harn (stickstoffreiche Verbindungen). Auch die Mischung des Blutes kann durch, im Organismus neu entstandene Zersetzungsprodukte, die das Blut in sich aufnimmt, gestört und die Ausscheidung nothwendig werden, wie es mit gewissen Bestandtheilen des Harns zu seyn scheint. Hienach begreift man, wie die einmal vorhandene Mischung sich erhält. Eine andere Frage ist, ob die Ausscheidung gewisser Stoffe aus den ins Blut geführten Nahrungsstoffen zur ursprünglichen Erzeugung der Blutmischung wesentlich beitrage.

Die Harnsäure des Harns, ein stickstoffreiches Produkt, gehört wohl unzweifelhaft zum Theil wenigstens hieher, da ihre Quantität im Harn schon allein durch stickstoffreiche oder Fleisch-Nahrung vermehrt wird, und da sie im Harn der pflanzenfressenden Säugethiere von Harnbenzoesäure ersetzt wird.

Der Harnstoff wird nach der Entdeckung von Prevost und Dumas nicht erst durch das Organ seiner Abscheidung, die Nieren, gebildet, sondern findet sich schon in dem Blute vor, wenn die Nieren exstirpirt worden sind, so dass diese Materie im gesunden Blute eben darum nicht gefunden wird, weil sie beständig daraus abgeschieden wird. Nach Exstirpation beider Nieren treten die Zufälle am 3. Tage ein, nämlich braune, reichliche und sehr flüssige Stuhlgänge und Erbrechen, Fieber mit erhöhter Temperatur bis 43° Cent., zuweilen Sinken bis 33°; der Puls wird klein, schnell, und steigt bis 200, das Athmen häufig, kurz, zuletzt schwer. Am 5. bis 9. Tage erfolgt der Tod, der in Mayer's Versuchen (Tied. u. Trevir. *Zeitschrift für Physiol.* 2. 2. 278.) schon in 10—30 Stunden nach Zittern und Convulsionen erfolgte. Man findet Ergiessung eines hellen Serums in den Hirnhöhlen, die Bronchien voll Schleim, die Leber entzündet, den Darm voll flüssigen, durch die Galle gefärbten Kothes, die Harnblase sehr zusammengezogen. Das Blut der operirten Thiere (Hunde, Katzen, Kaninchen) war wässeriger, und enthielt Harnstoff, der durch Alcohol ausgezogen wurde. 5 Unzen Blut eines Hundes, der 2 Tage ohne Nieren lebte, gaben über 20 Gran Harnstoff, 2 Unzen Katzenblut 10 Gran. *Biblioth. univers.* 18. 208. Meck. *Arch.* 8. 325. Vauquelin und Segalas haben diese Entdeckung bestätigt. Magend. *Journ. d. Physiol.* 2. 354. Meck. *Archiv.* 8. 229. Das Blut wurde getrocknet, der Rückstand ausgewaschen,

das Wasser abgedunstet, der Rückstand mit Alcohol ausgezogen, und diese neue Auflösung wieder abgedunstet. Hiebei ist jedoch die Vorsicht nöthig, das Wasser in der Kälte und neben Schwefelsäure im leeren Raume verdunsten zu lassen. So erhielten sie aus dem Blut eines Hundes, dem 60 Stunden nach der Operation die Adern geöffnet wurden, $\frac{1}{400}$ Harnstoff. Der Harnstoff und die Harnsäure sind die stickstoffreichsten organischen Stoffe, die man kennt. Der Harnstoff enthält in 100 Thl. 46,65 Stickstoff, 19,97 Kohlenstoff, 6,65 Wasserstoff, 26,63 Sauerstoff. Von der Harnsäure weiss man noch nicht, ob sie schon im Blute vorhanden ist und das Zersetzungsprodukt nur ausgeschieden wird, oder erst in den Nieren entsteht, obgleich bei den Gichtanfällen harnsaures Natron aus dem Blute in verschiedene Theile, z. B. in die Nähe der Gelenke, in Gichtknoten, abgelagert wird. Der Harnstoff kann nach Woehler's Entdeckung (wie pag. 5. angeführt wurde) künstlich gebildet werden, und enthält dieselben Bestandtheile, wie cyanichtsaures Ammoniak, oder nach der neuern, auf Woehler's und Liebig's Untersuchungen gegründeten Nomenclatur (Berz. *Jahresb.* 11.), wie cyansaures Ammoniak. Die Harnsäure liefert nach Kodweiss bei allen Zersetzungen derselben mit Salpetersäure auch Harnstoff. Berz. *Thierch.* 702.

Da der Harnstoff im Blute selbst schon vorhanden ist, so kann man in Hinsicht seines Verhältnisses zum Blut annehmen: 1. dass er bei der Umwandlung der Nahrungsstoffe in die wesentlichen Bestandtheile des Blutes schon als eine unbrauchbare Combination entstehe, oder 2. dass er erst ein Zersetzungsprodukt der organisirten Theile sey. Das Erstere könnte man daraus schliessen, dass Tiedemann und Gmelin in einem ihrer Versuche mit dem Chylus das dem Osmazom des Chylus beigemischte Kochsalz statt in Würfeln in Octaëdern anschiessen sahen, während das Kochsalz in anderen dieser Fälle würflig war, der Harnstoff aber sonst die Crystallisationsform des Kochsalzes in Octaëder umwandelt. Tiedemann *und* Gmelin *Versuche über die Verdauung.* 2. 91. Allein andere Gründe machen diess unwahrscheinlich. Denn einiger Harn wird auch bei Monate lang hungernden Amphibien gebildet, und Lassaigne hat im Harn eines Verrückten, der 18 Tage hungerte, die Bestandtheile des gesunden Harns gefunden. *J. de chim. méd.* . 272. Ferner ist der Harn der pflanzenfressenden Thiere, deren Nahrung doch sehr wenig Stickstoff enthält, nicht arm an stickstoffreichen Bestandtheilen des Harns, wie Harnstoff. Es ist zwar gewiss, dass der Harn beständig Unbrauchbares aus den Nahrungsstoffen ausscheidet, sich nach der Nahrung verändert, z. B. mehr Harnsäure enthält bei Fleischnahrung. Bei mit stickstofffreien Stoffen genährten Vögeln enthalten die Excremente wenig weisse Materie, Harnsäure, viel weniger als bei Fütterung mit Eiweiss. Tiedemann u. Gmelin *die Verdauung.* 2. 233. Bei pflanzen- und fleischfressenden Thieren ist der Harn consequent verschieden (indem der Harn der pflanzenfressenden Säugethiere statt Harnsäure, Harnbenzoesäure enthält und statt sauer alkalisch ist, und der Harn der Vögel saures harnsaures Ammoniak, der Harn der pflanzen-

fressenden Vögel aber keinen Harnstoff enthält); aber es ist doch unzweifelhaft, dass gewisse Bestandtheile des Harnes auch von Zersetzung des Blutes oder der organisirten Theile entstehen. Da es also gewiss scheint, dass die Producte des Harnes nicht allein zur Erzeugung der Mischung des Blutes aus dem Blute ausgeschieden werden, so kann man sich vorstellen, dass Harnstoff entweder durch das Unbrauchbarwerden der Bildungstheilchen des Blutes oder der Organe entsteht, oder dass bei der zum Leben nothwendigen Wechselwirkung des arteriellen Blutes mit den Organen, entweder gewisse Bestandtheile des Blutes, oder der Organe zu unbrauchbaren Combinationen, d. h. zersetzt werden. Das Letztere wird deswegen unwahrscheinlich, weil der Embryo auch wenigstens Harnsäure bildet, die sich in der Allantois nicht allein der Vögel, sondern auch bei Säugethieren findet, die Säugethierfoetus aber im Uterus der Mutter, dem eigentlichen Sinne des Wortes nach, nicht athmen, wenn das Athmen auch durch die Verbindung mit der Mutter ersetzt ist. Uebrigens fängt die Bildung von Zersetzungsproducten schon ausserordentlich frühe bei dem Embryo an. Zwar bilden sich die Nieren in dem bebrüteten Vogelei erst gegen den 6. Tag, und bei dem Embryo der Fische und Salamander nach meinen Untersuchungen erst nach dem Embryonenzustand im Larvenzustand; allein ausserordentlich frühe sind andere Ausscheidungsorgane an der Stelle der Nieren, die von Rathke und mir genau beschriebenen Wolff'schen Körper, bestehend aus hohlen, zu einem Ausführungsgange verbundenen Blinddärmchen, Organe, die sich beim Vogelembryo schon am 3. Tage bilden, nach meinen Beobachtungen vom Vogelembryo später ein wirkliches gelbes, dem Vogelharn ähnliches Secret aussondern, während die Allantois der Vögel zugleich nach den ersten Tagen der Bebrütung schon Harnsäure enthält, wie Jacobson (Meckel's *Archiv* 8. 332.) entdeckt hat. Diese Organe sind bei dem Embryo aller Wirbelthiere mit Ausnahme der Fische vorhanden, sie verschwinden bald früher, bald später, bei den nackten Amphibien erst mit dem Larvenzustand, bei den Vögeln um die Zeit des Auskriechens und später, bei den Säugethieren sehr früh und bei dem Menschen am aller frühesten. J. Mueller, *Bildungsgeschichte der Genitalien. Düsseldorf* 1830.

Durch die Haut verliert das Blut an Zersetzungsproducten Milchsäure und milchsaures Ammonium, salzsaures Ammonium, Kohlensäure. Die Milchsäure, die auch im Harne ausgeschieden wird, ist nach Berzelius ein allgemeines Product der freiwilligen Zerstörung thierischer Stoffe innerhalb des lebenden Körpers; sie bildet sich in grosser Menge in den Muskeln, wird vom Blute und dessen Alkali gesättigt, und in den Nieren mit saurem Harne abgeschieden.

Die Galle spielt eine wichtige, nicht näher gekannte Rolle in der Umwandlung der Nahrungsstoffe im Darme. Ihre Ergiessung in denjenigen Theil des Darmes, wo die Bildung des Chymus vollendet wird, bei Wirbelthieren und Mollusken beweist, dass sie nicht bloss excrementiell ist; übrigens wird der quantitativ wichtigste Bestandtheil der Galle, das Picromel, offenbar auf die Um-

wandlung des Chymus verwandt, da es sich unter den Excrementen nicht vorfindet. Aber die Galle enthält gewiss auch excrementielle Stoffe, von welchen das Blut befreit wird, und die wesentliche Theile der Darmexcremente sind, wie das Gallenharz, das Gallenfett und der Färbestoff der Galle, wovon sich wiederum keine Spuren in dem Chylus vorfinden. Das Blut wird daher durch die Leber von einem Ueberschuss von kohlenstoff-wasserstoffigen Bestandtheilen und von Fett befreit, während in den Nieren ein Ueberschuss von überstickstoffreichen Bestandtheilen ausgeschieden wird. Von den excrementiellen Stoffen der Galle ist der Farbestoff derselben stickstoffhaltig. Die Lungen und die Leber können insofern verglichen werden, als beide kohlenstoffhaltige Producte ausscheiden, erstere jedoch im comburirten Zustande, Kohlensäure, letztere im combustibeln Zustande. Schon ältere Naturforscher, in der neuern Zeit Autenrieth, und besonders Tiedemann und Gmelin haben auf ein gewisses Wechselverhältniss zwischen Lungen und Leber aufmerksam gemacht. Obgleich es sich nicht durchführen lässt, dass die Grösse der Leber im umgekehrten Verhältnisse mit dem Athmungsorgane in der Thierwelt wachse, so sprechen doch pathologische Beobachtungen für eine solche Beziehung.

Die excernirende Thätigkeit der Leber zeigt sich auch unter Umständen, wo nicht verdaut wird. Denn obgleich das Fruchtwasser von dem Foetus in der spätern Zeit verschluckt wird, so ist doch die Leber sehr früh ausgebildet und sondert ab, und die Galle, wenngleich weniger bitter und gefärbt, enthält nach Lassaigne (*ann. de chim. et de phys.* 17. 304.) eine grüne harzige Materie und einen gelben Farbestoff, aber kein Picromel. In der That sammelt sich die excrementielle Galle des Foetus mit Darmschleim vermischt im untern Theile des Darmes als sogenanntes Meconium an. So dauert nach Tiedemann's und Gmelin's Untersuchungen die Absonderung der Galle in dem Darme bei winterschlafenden Thieren fort. Diese Naturforscher führen auch an, dass nach Cuvier's Beobachtung in mehreren Mollusken nur der kleinste Theil der Galle in den obern Theil des Darmes ergossen, und die übrige Galle durch einen besondern Ausführungskanal entweder in den Blinddarm, wie bei Aplysia, oder gar in die Nähe des Afters, wie bei Doris und Tethys, ausgeleert werde. Hier muss ich jedoch bemerken, dass es noch sehr zweifelhaft ist, ob das Secret, welches bei den letztern in die Nähe des Afters ausgeschieden wird, Galle ist, und dass es keinesweges der grösste Theil derselben seyn kann. Nach meinen Untersuchungen an mehreren grossen Doris fand ich den merkwürdigen Ausführungsgang, den Cuvier entdeckt hat. Er scheint aber nicht wie die Gallenkanäle, aus den traubenförmigen Bläschen der Leber, sondern mit vielen Aesten, die zum Theil zwischen den Lappen der Leber verlaufen, aus einem netzförmigen Gewebe, welches sich über die Oberflache der ganzen Leber ausdehnt, zu entspringen, während ein grosser Stamm aus dem Innern der Leber hinzukömmt. Mir scheinen hier zweierlei Ausscheidungen aus dem Blute, welches sich in die Masse der Leber verbreitet,

statt zu finden, während die Apparate der Umwandlung des Blutes in zwei verschiedene Secrete doch vielleicht verschieden sind. Dem Orte der Ausmündung nach hat jener Gang viel Aehnlichkeit mit dem Ausführungsgange des saccus calcareus der Schnekken, aber ihr Ursprung ist freilich sehr verschieden.

Die Häufigkeit der Leberkrankheiten in den heissen Climaten und Jahreszeiten, so wie auch die der Darmkanalaffectionen unter denselben Bedingungen, die Häufigkeit der Leber- und Unterleibsaffectionen bei feuchter und Sumpf-Luft sind noch ein Räthsel. Könnte man sich erklären, wie diese Umstände den Kreislauf erschweren, und Stockungen des Blutes veranlassen, so wäre freilich leicht einzusehen, warum Leber und Darmkanal hiebei am meisten leiden, weil die Circulation in diesen Eingeweiden doppelt erschwert werden muss; indem das Darmvenen- und Pfortaderblut nicht sogleich wieder in den allgemeinen Kreislauf gelangt, sondern erst die Leber zu durchkreisen hat. Vergl. Tiedemann und Gmelin *die Verdauung*. II. Theil. Tiedemann und Gmelin behaupten, dass die vermehrte Gallenabsonderung in tropischen Climaten die verminderte Purification des Blutes in den Lungen compensire, welche Mehrere von der Verdünnung der Luft in Folge der Hitze ableiten. Stevens (*observ. on the healthy and diseased properties of the blood, London* 1832. *p.* 59.) hält diese Annahme für unrichtig. Denn in Westindien, wo die kleinsten Inseln die trockensten und heissesten seyen, wo aber stagnirende Wasser fehlen, seyen die Einwohner frei von Leberkrankheiten oder vermehrter Gallenabsonderung, und diese seyen in heissen Climaten nur bei Sumpfluft herrschend.

---

## *II. Abschnitt.* Von dem Kreislaufe des Blutes und von dem Blutgefässsystem.

### *I. Capitel.* Von den Formen des Gefässsystems in der Thierwelt.

Die organisch-chemischen Veränderungen des Blutes in einzelnen Theilen, und die Nothwendigkeit dieser Veränderungen des Blutes für alle Theile, machen den Kreislauf des Blutes unentbehrlich. Die Haupttriebfeder dazu ist die rhythmische Bewegung des Herzens. Das Herz ist derjenige Theil des Gefässsystems, welcher durch Muskelsubstanz, die den Blutgefässen sonst fehlt, contractil ist. In der einfachsten Form ist das Herz daher selbst noch gefässartig, wie die gefässartigen mehrfachen Herzen der Anneliden, welche zugleich die Hauptgefässstämme sind, die contractilen Gefässstämme auf dem Darm der Holothurien, das in

eine Reihe von communicirenden Kammern getheilte Rückengefäss der Insecten. Wie richtig diese Ansicht ist, sieht man sehr deutlich bei einzelnen Abtheilungen der Krebse, z. B. den Squillen, deren Herz ein contractiles Rückengefäss ist, während dasselbe Herz bei den Decapoden eine kurze und umschriebene Kammer darstellt.

Bei dem Embryo der höheren Thiere ist das Herz anfangs schlauchartig, und nichts anderes als eine contractile Umbiegung der Venenstämme in den Arterienstamm. Ja selbst beim Erwachsenen rechtfertigt sich diese Ansicht noch. Das Herz besteht hier bei den höheren Thieren aus einem kurzen doppelten musculösen Schlauche, aber die contractile Substanz verbreitet sich noch eine Strecke auf die einmündenden Venenstämme, und bei den Fischen und Amphibien sogar noch auf einen Theil des Truncus arteriosus, den sogenannten Bulbus aortae. Dass sich die Stämme der Hohlvenen regelmässig wie das Herz selbst zusammenziehen, kann man beim Frosche unzweifelhaft sehen. Haller, Spallanzani und Wedemeyer haben diess schon gesehen. Haller *elementa physiol.* T. 1. 125. Die Zusammenziehung erstreckt sich, wie ich sehe, an der untern Hohlvene bis an die Leber, und dauert noch an den Venenstämmen rhythmisch fort nach Entfernung des Herzens. Zuerst ziehen sich die Hohlvenen, dann die Vorhöfe, dann die Kammer, dann der Bulbus aortae zusammen. Dieselbe Erscheinung von Contraction der Venenstämme habe ich bei Säugethieren beobachtet, sowohl beim jungen Marder als bei der jungen Katze, wo die Zusammenziehung der Hohlvenen und der Lungenvenen aber gleichzeitig mit der Zusammenziehung der Vorhöfe ist. So weit man die Lungenvenenstämme in die Substanz der Lungen verfolgen kann, sieht man beim jungen Thiere die deutlichste Zusammenziehung der Lungenvenen, die nur nach Quetschung dieser Venen aufhört. Eben so deutlich ist die Zusammenziehung des Anfanges der obern Hohlvene am Herzen; aber man kann während der Zusammenziehungen deutlich sehen, wie weit sich die contractile Substanz der Hohlvene erstreckt. Ueber diese Grenze hinaus zeigt der übrige Theil der Hohlvene keine Spur von Zusammenziehung, und ist vielmehr vom Blute strotzend und erweitert, zur Zeit, wo die an den rechten Vorhof stossenden Theile der Hohlvenen zusammengezogen sind. An dem Anfangsstücke der Hohlvenen der Schlangen hat Retzius, und an der untern Hohlvene der Säugethiere hat E. H. Weber eine Schichte eigenthümlicher Fasern beschrieben.

Diese Beobachtungen zeigen, dass das Herz in seiner einfachsten Form nur der mit Muskelsubstanz belegte, activ bewegende Theil des Gefässsystems ist, dass es immer noch Herz bleibt, wenn es auch bei den niederen Thieren nur einen contractilen Gefässstamm darstellt. Der übrige Theil des Gefässsystems besteht nur aus Röhrenleitungen, die in Hinsicht der Bewegung passiv sind, aber andere wichtige Einflüsse haben können, z. B. dass sie durch einen nicht näher gekannten Einfluss das Blut

flüssig erhalten, obgleich stillstehendes Blut auch in den Gefässen gerinnt, und den Stoffwechsel durch ihre Wandungen vermitteln.

Die Circulation des Blutes (im Jahre 1619 von Harvey bei den höheren Thieren entdeckt) bewährt sich mit dem Fortschritte der Beobachtungen immer mehr, auch bei den einfachen Thieren, obgleich man sie noch nicht für einen allgemeinen Character aller Thiere erklären kann. Aber je weiter die Beobachtungen fortschreiten, je mehr entdeckt man Spuren von Gefässen bei den einfachsten Thieren. Ehrenberg hat sie von den Räderthierchen beschrieben, und die mikroskopische Kleinheit scheint eine solche Zusammensetzung nicht auszuschliessen.

Im Folgenden habe ich das Hauptsächlichste unserer mehr sicheren Kenntnisse über die Formen des Gefässsystems zusammengestellt. Bei mehreren niederen Thieren giebt es kleine cirkelförmige Kreisläufe von Körnchen, ähnlich wie bei den Charen. Diese Cirkelbewegungen scheinen von einem Herzen unabhängig zu seyn. Hieher gehören die von Nordmann in der Hülse der Alcyonella diaphana, die von Carus unter den Ambulacra der Seeigel beobachteten kleinen abgeschlossenen Kreisläufe; auf- und absteigende Bewegungen in dem Stamme der Sertularinen, die Meyen (*Nov. act. nat. cur. Vol.* 16. *Suppl.*) und Lister (*Philos. Transact.* 1834.) beobachteten. Nach Lister hängen diese Strömungen mit dem Magen zusammen und verändern von Zeit zu Zeit ihre Richtung. Ehrenberg (Mueller's *Archiv* 1834. 571. 578.) hat auch Cirkelbewegungen von Körnchen bei den Medusen und in den einziehbaren Fasern auf dem Rücken der Arterien beobachtet. Diese Phänomene sind in Hinsicht ihrer Ursachen und ihres Zusammenhanges noch nicht hinreichend zergliedert, um davon fruchtbare Folgerungen für den gewöhnlichen, vom Herzen abhängigen Säfteumlauf zu entlehnen. Vielleicht hängen sie von Wimperbewegungen innerhalb der Gefässe ab.

Bei den Medusinen geschieht die Verbreitung der Säfte durch gefässartig verzweigte Magensäcke. Bei den Planarien und Saugeingeweidewürmern, Trematoda, giebt es zwar auch einen gefässartig verzweigten Darm; allein bei jenen hat Duges, bei diesen haben Bojanus, Mehlis und Nordmann noch ein eigenthümliches Gefässsystem entdeckt. Bei den Planarien ist diess schon ein Blutgefässsystem, bei den Distomum, Diplostomum scheint es aber nach hinten auszumünden. Nordmann *micrograph. Beiträge* 1832. *I. p.* 39. 98. Aber bei Diplozoon, das mit den beiden letztgenannten auch zu den Trematoden gehört, hat Nordmann auf jeder Seite zwei Gefässe beschrieben, in denen sich das Blut in entgegengesetzten Richtungen bewegt. Bei den Trematoden soll nach Ehrenberg und von Nordmann der Saft ohne Zusammenziehung der Gefässe fliessen, was schon durch die Zusammenziehungen des ganzen Körpers bei einer bestimmten Richtung der Klappen in den Gefässen statt finden kann. Bei den niederen Thieren, deren Kreislauf man genauer beobachtet hat, bei Echinodermen, Planarien und Hirudineen ist die Blutbewegung durch einfache, doppelte oder mehrfache contractile Gefässstämme bewerkstelligt.

Die Gefässstämme sind aber keine Arterien- und Venenstämme, sondern zum Theil contractile Herzen, die das Blut in die Zwischengefässe treiben.

Das von Tiedemann bei den Holothurien entdeckte Gefässsystem gemeinschaftlich auf dem Darmkanale und dem Athemorgan scheint hierhin zu gehören (in der Haut ist überdiess ein eigenes System von Wasserkanälen zur Anschwellung der Fühlwärzchen). *Anatomie der Röhrenholothurie etc.* Bei den Würmern mit rothem Blute giebt es auch noch keinen deutlichen Unterschied von Arterien- und Venenstämmen, sondern einfache, doppelte und mehrfache contractile Gefässstämme, welche sich abwechselnd bald füllen, bald zusammenziehen, und das Blut durch die zwischenliegenden Aeste und Gefässnetze treiben. Die Zusammenziehungen der Gefässstämme schreiten in einer gewissen Richtung vorwärts, und treiben das Blut nach Duges in den grösseren Gefässstämmen im Kreise herum; entweder in horizontaler Richtung, wie bei den Hirudineen, wo die Hauptstämme zu beiden Seiten liegen, oder in verticaler Richtung, wo die Hauptstämme oben und unten liegen, wie bei den Lumbricinen, Arenicolen, Naiden. Zu gleicher Zeit wirft sich das Blut abwechselnd durch die Quergefässe von einer zur andern Seite, indem der eine Stamm gefüllt wird, während der andere sich contrahirt, wie man diess von Hirudo vulgaris weiss. Siehe J. Mueller, Meckel's *Archiv* 1828. und meine Beobachtungen über *Arenicola* in Burdach's *Physiologie. Bd.* 4., über die Würmer überhaupt Duges *Ann. des sc. nat. T.* 15. Es giebt bei diesen Thieren einen unvollständigen Kreislauf (durch die Stämme), und zugleich alternirende Fluctuation. Ich glaubte zu sehen, dass bei Hirudo vulgaris beide Seitengefässe abwechselnd von hinten nach vorne zu leer werden. Duges dagegen behauptet, dass die Bewegung im Kreise herum gehe. Die Athemorgane der Anneliden sind mannichfach, Kiemenbüschel, wie in den Arenicolen, oder Lungenbläschen, und erhalten ihr Blut wie die übrigen Organe von Aesten der Hauptgefässe. Die Nereiden haben nach R. Wagner zwei Längsstämme, einen auf dem Rücken, der von hinten nach vorn das Blut treibt und pulsirt, den zweiten am Bauche, unter dem Darme (oder dem Nervenstrange), der nicht pulsirt oder sich contrahirt; ausserdem finden sich Quergefässe, obere und untere für die Leibesringe, letztere pulsiren herrlich und entspringen aus dem Bauchlängsstamme, sie gehen in die Ruderplatten oder Füsse (Kiemen); aus diesen entspringen die oberen nicht pulsirenden, die zum Rückenstamme gehen. Bei den Thieren mit einem contractilen Gefässtamme giebt es einen vollständigen einfachen Kreislauf ohne Fluctuation, sondern arteriöse und venöse Ströme. So bei den Insecten, wo Carus den einfachen Kreislauf vom contractilen Rückengefässe aus und hinten zum Rückengefässe zurück entdeckt hat. Carus *Entdeckung eines Blutkreislaufes etc. Leipz.* 1827. *Nov. act. nat. cur. T.* 15. *p.* 2. Die Strömchen sind sehr einfach und ohne Verzweigung; die Füsse z. B. haben nur zwei einfache entgegengesetzte Ströme, die unmittelbar in einander umbiegen. Gefässströme der Organe

sind noch nicht bekannt. Doch habe ich schon im Jahre 1824 den Zusammenhang der Eierröhren mit dem Rückengefässe oder Herzen vieler Insekten entdeckt und beschrieben. *Nov. act. nat. cur. T.* 12. 2. Vergl. Wagner *Isis* 1832. 320. Wagner hat diese Verbindungen bestätigt; er hält sie aber mit Carus, Treviranus und Burmeister nicht für Blutgefässe. Die Erklärung ist ungewiss, die Thatsachen sind unzweifelhaft, obgleich ich selbst jene Verbindungen bei zwei Insekten vermisst habe. Wagner hat Carus Beobachtungen über den sichtbaren Kreislauf der Insekten nicht allein bestätigt, sondern auch erweitert, er hat die Blutkörperchen zu den Seiten des Darmes und Rückengefässes in zwei venöse Ströme vertheilt fliessen gesehen, wahrscheinlich ohne Gefässe, und sah zugleich Blutkörperchen von diesen Strömen aus in das Rückengefäss durch Seitenspalten eintreten. Schon Straus hat diese Seitenspalten an den verschiedenen Abtheilungen des Rückengefässes beschrieben. Nach Straus besteht das Rückengefäss des Maikäfers aus acht Kammern, die durch zweilippige, nach vorne gerichtete Klappen communiciren, und das Blut von hinten nach vorne durchtreten lassen. *Considérations générales sur l'anatomie des animaux articulés etc. Paris* 1829.

Einen fast eben so einfachen Kreislauf scheinen die einfachen Crustaceen (Asseln, Daphnien) nach Zenker und Gruithuisen, und die Spinnen zu besitzen. Die Lungen- oder Kiemen-Blutbahn ist noch nicht von der allgemeinen Blutbahn abgesondert. Bei diesen niederen Crustaceen und bei den Lungenspinnen athmet ein Theil des Blutes in dem Athmenorgane während des Kreislaufes. Bei den Insekten und Luftröhrenspinnen athmet das Blut im ganzen Körper, da sich die Luftröhren in allen Theilen bis auf das feinste verzweigen. Bei den eigentlichen Krebsen giebt es entweder ein langes röhriges Herz, wie bei den Squillen, oder ein kurzes und breites, wie bei den übrigen Krebsen. Die venösen Ströme führen das Körpervenenblut erst in die Kiemen, die Kiemenvenen zum Herzen, das Herz zum Körper. Dass diese von Audouin und Edward's entdeckten Verhältnisse wirklich stattfinden, davon habe ich mich zu Paris am Hummer durch Injection überzeugt, und ich halte die häutige Decke über dem Herzen mit Meckel nicht für einen Vorhof, wofür ihn Straus nimmt. Siehe *Ann. des sc. nat.* 1827. *Tab.* 24—32.

Bei den Mollusken ist der Kreislauf ähnlich wie bei den Krebsen. Nur bei den schalenlosen Acephalen (Ascidien, Salpen) gehen die Kiemenvenen unmittelbar zur Kammer, bei anderen, wie bei den meisten Gasteropoden (Schnecken), gelangt ihr Blut zuerst zu einem Vorhof, und bei den zweischaligen Muscheln in zwei Vorhöfe, und von dort zur Kammer. Das Körpervenenblut gelangt bei den meisten Mollusken ganz in die Kiemen, bei den zweischaligen Muscheln (nach Bojanus *Isis* 1819.) gelangt ihr Körpervenenblut durch das von ihm für eine Lunge, von Neuern für eine Niere gehaltene hohle, mit einem Ausführungsgange versehene Organ, und dann grösstentheils in die Kiemen, während ein Theil sogleich, ohne erst durch die Kiemen zu gehen, in die Vorhöfe gelangt. Dagegen sagt Treviranus (*Erscheinungen u. Ge-*

*setze des organ. Lebens. I. p.* 227.), dass bei den zweischaligen Muscheln ein Theil des Kiemenvenenblutes von den Kiemen noch erst das schwammige Organ durchkreise, und dann zum Herzen gelange; so wie bei den Schnecken, Limax und Helix, das Lungenvenenblut zum Theil, ehe es zum Herzen gelange, zu dem Harnsäure absondernden Organ (sacc. calcareus) gehe, und dann sich wieder sammele, um in den Vorhof zu gelangen.

Bei den Sepien unter den Mollusken sind 3 getrennte Kammern vorhanden, das Körperherz giebt die Körperarterie ab, die Körpervenen führen das Blut in 2 seitliche Kiemenherzen; von dort gelangt es durch die Kiemenarterien in die Kiemen und durch die Kiemenvenen wieder ins Aortenherz.

Sobald in der Thierwelt ein wahrer Kreislauf auftritt, hängen alle ferneren Modificationen von dem Verhältnisse ab, welches die Gefässe des Athemorganes (Lunge oder Kieme) oder die Gefässe des kleinen Kreislaufes zu den Körpergefässen oder den Gefässen des grossen Kreislaufes haben. Entweder athmet nur ein Theil des Blutes während des grossen Kreislaufes, und der kleine Kreislauf ist nach Cuvier's Ausdruck nur ein Bruch des grossen, oder alles Blut muss zuerst den kleinen Kreislauf der Lungen oder Kiemen durchgehen, ehe es im Körper verbreitet wird. Im ersten Falle befinden sich unter den Wirbellosen die niederen Crustaceen (Spinnen?), Würmer, unter den Wirbelthieren die Amphibien. Im zweiten Falle sind die Mollusken, die eigentlichen Krebse, die Fische, Vögel, Säugethiere und der Mensch. Die Fische scheinen in dieser Hinsicht über den Amphibien zu stehen, und letztere sogar den Mollusken und Crustaceen untergeordnet zu seyn. Allein Cuvier bemerkt richtig, dass das Athmen im Wasser weit unvollkommener als in der Luft sey, und dass also das halbe Athmen der Mollusken, Krebse und Fische bei einem ganzen kleinen Kreislaufe im Resultate nicht abweiche von dem ganzen Athmen der Amphibien bei einem halben kleinen Kreislaufe. Die luftathmenden Schnecken scheinen nun immer noch höher zu stehen, als die luftathmenden Amphibien, insofern nur ein Theil des Blutes bei den letzteren, alles Blut bei den ersteren athmet. Allein das Blut vertheilt sich in den Lungen der Schnecken nur ganz unbedeutend gegen die Verästelung und den Gefässreichthum in den Lungen der Amphibien. Die nackten Amphibien athmen in der Jugend, so lange sie Larven sind, mit Kiemen aus Wasser, und da dann nur ein grosser Theil des Blutes athmet, bei den Fischen aber alles Blut, um in den Körper zu gelangen, durch die Kiemen muss, so sind die Larven der Amphibien allerdings hierin den Fischen untergeordnet. Diese Anordnung ist aber, wie wir sehen werden, nothwendig bei den Larven der Amphibien, wenn sich aus ihrem frühern Kiemenkreislaufe der spätere Lungenkreislauf ausbilden soll.

Die Mannigfaltigkeiten, welche die Natur in dem Ursprunge der Athemarterien und Athemvenen aus dem grossen Kreislaufe darbietet, sind sehr gross, und es scheinen selbst alle denkbaren Fälle dieses Verhältnisses von der Natur erschöpft zu seyn.

A. Der kleine Kreislauf ein Theil des grossen Kreislaufes.

1. Der kleine Kreislauf ein Theil des venösen Gefässsystems. Bei den zweischaligen Muscheln kehrt, wenn Bojanus Darstellung richtig ist, ein Theil des Körpervenenblutes unmittelbar zu den Vorhöfen, der grössere Theil durchkreist die Kiemen, und kehrt zu den Vorhöfen zurück. 2. Der kleine Kreislauf, ein Theil des arteriösen Gefässsystems. Bei den Proteideen (Proteus) unter den nackten Amphibien, und bei den Fröschen und Salamandern im Larvenzustande geben die Aortenbogen die Kiemenarterien als Seitenäste ab, und nehmen die Kiemenvenen als Seitenäste auf. 3. Der kleine Kreislauf, ein Theil des arteriösen und venösen Gefässsystems. *a*) Die Salamander und Frösche haben in der späteren Zeit Lungen, keine Kiemen mehr, die Proteideen haben Kiemen und Lungen durchs ganze Leben. Bei beiden sind die Lungenarterien Aeste von Aortenbogen, die Lungenvenen gehen zum linken Vorhof, die Körpervenen zum rechten Vorhof, wie J. Davy, Martin St. Ange und M. Weber entdeckt haben. *b*) Bei den beschuppten Amphibien geht die art. pulm. aus dem Hauptarterienstamme, oder aus der Herzkammer selbst mit den anderen Arterien hervor, Kiemenvenen zum linken, Körpervenen zum rechten Vorhof der einfachen Herzkammer.

B. Der kleine Kreislauf im Gegensatz des grossen Kreislaufes.

1. Der kleine Kreislauf entstehend aus den Körpervenen und rückkehrend zum Herzen: Mollusken, Krebse. 2. Der kleine Kreislauf mit den Kiemenarterien entstehend aus dem Arterienstiele des Herzens, und rückkehrend durch die Kiemenvenen zu einem neuen Arterienstamme für den übrigen Körper: Fische. Ein Vorhof der Körpervenen, eine Kammer. 3. Der kleine Kreislauf entstehend aus der Lungenkammer, rückkehrend zur Kammer des grossen Kreislaufes. *a*) Bei den Sepien sind das Aortenherz und die beiden Kiemenherzen von einander getrennt, und ohne Vorhöfe. *b*) Bei den Vögeln, Säugethieren und dem Menschen giebt es eine Lungen- und eine Körperarterienkammer, beide mit einem Vorhofe; diese Herzen bilden ein vereinigtes Ganze, die Venae pulmonales münden in den Vorhof der Aortenkammer oder in den linken Vorhof, die Körpervenen in den Vorhof der Lungenkammer oder in den rechten Vorhof.

Ein grosses physiologisches Interesse bietet bei den Wirbelthieren die Umwandlung des Kiemenkreislaufes in den Lungenkreislauf dar, die man in der Classe der Amphibien zu beobachten Gelegenheit hat. Das Herz der Fische hat einen Vorhof für die Aufnahme der Körpervenen, und eine Kammer, aus welcher der Truncus arteriosus mit einem contractilen Bulbus entspringt. Der Truncus arteriosus theilt sich ganz in die Kiemenarterien, die Kiemenvenen treten zu den Körperarterien zusammen und bilden die Aorta abdominalis an der Vorderseite der Wirbel. Alle nackten Amphibien haben zwei nur innerlich getrennte Vorhöfe und eine Kammer, zwei Condyli occipitales, keine Gehörschnecke, keine Fenestra rotunda, keinen Penis, keine wahren Rippen; alle beschuppten Amphibien (Crocodile, Eidechsen, Schlangen, Schildkröten) haben zwei selbst äusserlich getrennte Vorhöfe und eine Kammer, einen Condylus occipitalis, eine Gehörschnecke

und fenestra rot., wahre Rippen, deutlichen Penis und sind ohne Verwandlung. Alle nackten Amphibien scheinen in der Jugend Kiemen zu haben, die nur bei den Proteideen durchs ganze Leben bleiben; man kann sie in 5 Abtheilungen bringen.

I. Coeciliae, ohne Füsse und ohne Schwanz, wurmförmig. Sie haben in der Jugend eine Kiemengrube, worin zwei Kiemenspalten jederseits am Halse, wie ich an Coecilia hypocyanea entdeckt habe; später Lungen ohne Kiemen und ohne Kiemenlöcher. (Ihr Zungenbein behält 4 Paar Bogen, bei der Larve 5.)

II. Derotremata. Sie haben Extremitäten und sind geschwänzt, durchs ganze Leben jederseits ein Loch am Halse ohne wahre äussere oder innere Kiemen; sie athmen mit Lungen. 4 Füsse. Hieher gehören Amphiuma und Menopoma.

III. Proteidea. Sie haben Extremitäten und Schwanz und ausser den Lungen durchs ganze Leben Kiemenspalten am Halse mit äusseren büschelförmigen Kiemen. Siren, Menobranchus, Proteus, Axolotes.

IV. Salamandrina. Als Larven haben sie im ersten Stadium äussere Kiemen und Kiemenspalten, keine Beine, aber einen Schwanz; im zweiten Stadium haben sie ausser Schwanz 4 Extremitäten, wovon die vorderen zuerst hervorbrechen; zugleich äussere büschelförmige Kiemen und Kiemenspalten, und Rudimente von Lungen; sie gleichen also dann ganz dem bleibenden Zustand der Proteideen. Als erwachsene Thiere behalten sie den Schwanz, aber ihre Kiemen und Kiemenspalten verschwinden, wenn sie den Larvenzustand verlassen.

V. Batrachia (Frösche und Kröten). Diese sind in der ersten Zeit des Larvenzustandes geschwänzt und ohne Beine, haben Kiemenspalten, Kiemenbogen und äussere büschelförmige Kiemen; im zweiten Stadium verlieren sie die äusseren Kiemen und haben innere Kiemen an den Kiemenbogen, aber die Kiemen sind mit einer Membran bedeckt, welche nur eine Oeffnung an der linken Seite (Frosch) lässt; sie sind auch jetzt noch geschwänzt und ohne Beine. Bei der Verwandlung erhalten sie Beine, wovon die hintern zuerst hervorbrechen; sie verlieren die Kiemen, auch ihr Schwanz verschwindet ganz durch Resorption. So lange die Salamander und Frösche Larven sind, sind ihre Wirbelkörper an beiden Enden conisch ausgehöhlt, wie bei den Fischen, so sind sie bei den Coecilien, Derotremen und Proteideen durchs ganze Leben. Siehe J. Mueller in Tiedemann's *Zeitschr. für Physiol.* 4. 2., über das Herz der Amphibien siehe M. Weber *Beiträge zur Anatomie und Physiologie.* *Bonn* 1832. Bei den Proteideen (Proteus) theilt sich der truncus arteriosus der einfachen Kammer sogleich in mehrere den Kiemenbögen entsprechende Aortenbogen für jede Seite, die sich hinten wieder zur aorta abdominalis vereinigen. Von diesen Aortenbogen gehen die grossen Kiemenarterien aus, sie nehmen die Kiemenvenen wieder auf. Bei den Salamanderlarven vertheilt sich der truncus arteriosus wie beim Proteus zum grössten Theil in die Kiemenarterien, diese anastomosiren mit den Kiemenvenen oder Wurzeln des Körperarteriensystems. Bei der Verwandlung zieht sich die

Blutbahn von den Kiemen auf bleibende Aortenbogen zurück. Rusconi *amours des Salamandres. Milan* 1821. Bei den Fröschen gleicht der Kiemenkreislauf in der ersten Zeit des Larvenlebens, wo sie äussere Kiemen haben, dem Kiemenkreislauf der Salamanderlarven, im zweiten Stadium, wo sie innere, bedeckte Kiemen haben und die Lungen sich zu entwickeln anfangen, vertheilen sich die Gefässe nach Huschke mehr wie bei den Fischen, der truncus arteriosus vertheilt sich in die Kiemenarterien für 4 Kiemenbogen, die Kiemenvenen laufen den Arterien parallel und sammeln sich in entgegengesetzter Richtung, doch findet eine kurze Anastomose am Anfang jedes Kiemenbogens zwischen Arterie und Vene statt, die bei den Fischen fehlt. Nach der Umwandlung ist nur noch jederseits der Bogen übrig, der sich mit dem der andern Seite zur aorta abdominalis vereinigt, und der die art. brachialis hinten abgiebt. Die Lungenarterien und die Kopfgefässe sind aber nicht auch Aeste dieser Bogen, wie man gewöhnlich glaubt, sie scheinen nur vom Anfang jenes Bogens auszugehen; denn genau untersucht besteht jeder der 2 divergirenden Stämme, in welche sich der truncus arteriosus theilt, aus drei verwachsenen Stämmen, deren Lumina nur durch dünne Septa getheilt sind, die Reste von den Arterien der Kiemenbogen, die nur verwachsen sind. Die mittlere dieser Röhren geht in die Aorta jederseits weiter, die untere giebt die art. pulm. und ein Gefäss des Hinterkopfes, aber die obere geht in die Kopfgefässe über, welche bei ihrem Ursprung eine drüsenartige Anschwellung, die sogenannte Carotisdrüse, zeigen. Diese Drüse besteht aus feinen Verzweigungen des eintretenden Stammes, die sich aus der Drüse wieder zu einem Stamme sammeln, wie Huschke (*Zeitschrift für Physiologie* 4. 1.) gezeigt hat. Die Drüse soll ein Rest vom Capillargefässsystem des ersten Kiemenbogens seyn. Ich habe mich überzeugt, dass die Drüse im Innern hohl ist, und dass sich der eintretende Stamm bis zu dem austretenden durch ein schwammiges Gewebe, das an den Aussenwänden am dichtesten ist, fortsetzt, obgleich die äussere Oberfläche der Wände bei feiner Injection auch das von Huschke beschriebene Gefässnetz eintretender und austretender Gefässe zeigt. Die beschuppten Amphibien haben niemals Kiemen, und haben nur im Foetuszustande wie alle übrigen Wirbelthiere Zustände der Metamorphose. In der allerersten Zeit des Foetuslebens haben alle Embryonen am Halse Spalten und dazwischen bogenförmige Platten, in welchen die Aortenbogen verlaufen, die sich hinten wieder zu einem Stamme vereinigen. Diess hat Rathke entdeckt, man kann sich beim Embryo der Vögel am 3ten Tage der Bebrütung davon überzeugen, wie ich gesehen. Etwas Aehnliches, nur weniger deutlich, findet auch bei den Säugethieren und dem Menschen, noch deutlicher aber bei den beschuppten Amphibien im Embryonenzustande statt. Diess sind jedoch keine Kiemen, wozu Kiemenblättchen gehören, sondern bloss Kiemenbogen, woraus bei den Fischen und nackten Amphibien wirklich durch Verästelung der Aortenbogen Kiemen werden, die aber bei allen übrigen Thieren, den beschuppten Amphibien, Vögeln, Säugethie-

ren allmählig verschwinden und zu Hörnern des Zungenbeins umgewandelt zu werden scheinen. Siehe J. Mueller, Meck. *Archiv.* 1830. *p.* 419. Genug, dass bei allen Thieren im frühesten Zustande der truncus arteriosus in Aortenbogen sich theilt. Diese Bogen bleiben sogar bei den beschuppten Amphibien durchs ganze Leben, zuweilen 2 auf jeder Seite (wie bei den wahren Eidechsen, auch Blindschleichen), zuweilen einer auf jeder Seite (wie bei den Schlangen). Bei den höheren Thieren, Vögeln, Säugethieren, Mensch, welche 2 Herzkammern und 2 Vorhöfe haben, giebt es nur im Foetuszustande mehrere Aortenbogen, und zwar anfangs jederseits mehrere, die sich hinten zur aorta descendens vereinigen. Bei den Vögeln geben die vordersten von drei Bogen jeder Seite die Gefässe der vorderen Theile des Körpers, die hinteren Bogen die Lungenarterien ab, später bleiben durchs Foetusleben des Vogels 2 arcus arteriosi (aus dem rechten Ventrikel), welche die Lungenarterien abgeben, und ein Arterienstamm aus dem linken Ventrikel, der die Gefässe der vorderen Theile des Körpers abgiebt und den arcus aortae bildet. Nach dem Auskriechen des Vogels werden die Lungenarterien auch selbstständig; indem die Verbindung der arcus arteriosi des rechten Ventrikels mit dem arcus aortae des linken Ventrikels eingeht. S. Huschke *Isis* 1828. 160. Bei den Säugethieren und dem Menschen bleiben durchs ganze Foetusleben 2 Aortenbogen, die sich hinten zur aorta descendens vereinigen, und wovon der eine aus dem linken Ventrikel entspringend die Gefässe der oberen Theile des Körpers abgiebt, der andere aus dem rechten Ventrikel entspringend die Lungenarterie abgiebt, welche letztere nach der Geburt selbstständig wird, während der Verbindungsbogen (ductus Botalli) für den bleibenden arcus ventriculi sinistri oder den bleibenden arcus aortae schwindet. Da beim Foetus anfangs mehrere Arterienbogen jederseits vorhanden sind, so begreift man, wie es kommt, dass der bleibende arcus aortae bei den Vögeln und Säugethieren verschieden ist, bei ersteren von rechts, bei letzteren von links sich hinter die Speiseröhre wendet. Beim Foetus stehen übrigens auch beide Vorhöfe mit einander in Communication durch das foramen ovale. Wenn diess Loch oder der ductus Botalli nach der Geburt krankhafter Weise offen bleiben, entsteht Vermischung des arteriösen und venösen Blutes und die Blausucht.

Bei den warmblütigen Wirbelthieren ist der kleine Kreislauf der Lungen kein Theil des grossen mehr, sondern alles Blut muss durch die Lungen, wenn es in den übrigen Körper gelangen soll. Indessen besitzen diese höheren Thiere so gut wie alle übrigen Wirbelthiere einen kleinsten Kreislauf des Blutes, der ein blosser Anhang des grossen ist, den Pfortaderkreislauf. So wie der Kiemenkreislauf der mit Kiemen versehenen nackten Amphibien als ein blosser Anhang der Arterien von diesen beginnt und in die Arterien zurückkehrt, so ist der Pfortaderkreislauf ein blosser Anhang der Venen, ein Umweg, den ein Theil des Venenblutes macht, ehe es zum übrigen Venenblut gelangt. Es giebt bei den Wirbelthieren 2 Pfortadersysteme, das der Nieren und das der

Leber; ersteres kömmt nur bei den Fischen und Amphibien vor, letzteres bei allen, wie beim Menschen. Bei dem Menschen und den Säugethieren bilden die Venen der Milz, des Magens, des Darmkanals, Mesenteriums, der Gallenblase und des Pancreas die in der Leber nach Art einer Arterie sich verzweigende Pfortader; aus den Capillargefässen der Leber, zu welchen auch das Blut der art. hep. strömt, kehrt das Blut durch die Lebervenen in die vena cava inf. zum übrigen Venenblute. Bei den Vögeln, Amphibien und Fischen geht zur Pfortader der Leber auch ein Theil des Blutes der untern Extremitäten, des Schwanzes, des Beckens, bei den Fischen zuweilen auch der Schwimmblase. Jacobson, Nicolai, Rathke. Bei den Amphibien, die ausser den Nierenarterien auch Pfortadern der Nieren haben, geht zu diesen ein Theil des Blutes der hinteren Extremitäten und des Schwanzes. Hier geht das Blut der hinteren Extremitäten, der Bauchmuskeln, des Schwanzes zur Pfortader der Leber und zu den Pfortadern der Nieren, und zwar bei einigen Amphibien, wie Fröschen und Salamandern, zu diesen Eingeweiden allein, bei anderen (Crocodilen) zum Theil zur vena cava. Bei den Fischen geht das Blut des Schwanzes und des mittlern Theiles des Bauches bald allein zu den Nieren, wie im Gadus; bald geht das Blut der hinteren Theile zu den Nieren, zur Leber und vena cava, wie im Karpfen, Hecht, Barsch. Die Pfortader der Leber erhält bei mehreren Fischen zuweilen auch die Venen der Genitalien und Schwimmblase, zuweilen gehen diese mit den rückführenden Nierenvenen zur vena cava. Jacobson Meck. *Arch.* 1817. 147. Nicolai *Isis* 1826. 404. Meckel, der die zuführenden Venen der Nieren auch für zurückführende hält, stützt sich vorzüglich auf die Vögel, wo Jacobson auch zuführende Nierenvenen beschrieben hatte; allein die Nichtexistenz derselben bei den Vögeln, die schon von Nicolai bewiesen wurde, ist kein Grund für die Nichtexistenz derselben bei den Amphibien und Fischen, wo sie Nicolai bewiesen hat. Beim Frosch geht das Blut der Bauchhaut fast ganz zur obern Hohlvene.*)

## *II. Capitel.* Von den allgemeinen Erscheinungen des Kreislaufs.

Das Herz des erwachsenen Menschen im mittlern Alter zieht sich 70—75mal in der Minute zusammen, in der Jugend häufiger, im Alter seltener; z. B. beim Embryo ist die Zahl der

*) Eine ausführlichere Beschreibung der Formen des Kreislaufs in der Thierwelt gab ich in Burdach's *Physiologie B.* 4., wo folgende Druckfehler zu berichtigen sind: pag. 152 Z. 16 lies *er* statt *sie*, pag. 154 Z. 10 und pag. 255 Z. 2 lies *saccus calcareus* statt *s. externus*, pag. 160 Z. 3 v. u. lies *untern* statt *obern*, p. 164 Z. 13 liess *Ansehen* statt *Anheften*, p. 164 Z. 18 lies *von der Theilung der Aorta impar*, p. 169 Z. 9 lies *inferior* statt *interior*, p. 171 Z. 25 und 26 sind die Worte: *wozu aber noch die von mir schon erwähnten venae abdominales posteriores kommen*, zu streichen.

Schläge 150, nach der Geburt 140—130, im ersten Jahr 130—115, im 2. Jahr 115—100, im 3. Jahr 100—90, im 7. Jahr 90—85, im 14. Jahr 85—80, im Greisenalter 65—50. Beim sanguinischen Temperament ist der Herzschlag etwas häufiger als beim phlegmatischen; ebenso beim weiblichen Geschlechte. Bei den Thieren variirt die Zahl der Herzschläge sehr. Bei Fischen hat man 20—24 Schläge beobachtet, beim Frosch gegen 60, bei Vögeln 100—140, beim Kaninchen 120, bei der Katze 110, beim Hund 95, beim Schaf 75, beim Pferd 40.

Nach dem Essen ist der Herzschlag häufiger, noch mehr bei körperlichen Anstrengungen; seltener ist er im Schlaf. Nach Parrot steigt die Frequenz des Pulses, die in der Meeresfläche 70 betrug, bei 1000 Metres darüber auf 75, bei 1500 auf 82, bei 2000 auf 90, bei 2500 auf 95, bei 3000 auf 100, bei 4000 auf 110. Froriep's *Notizen* 212. Vergl. Nick *über die Bedingungen der Häufigkeit des Pulses. Tüb.* 1826. In Entzündungen und Fiebern ist der Puls viel häufiger als sonst; wenn die Kräfte abnehmen, häufig und schwach. In Nervenaffectionen mit mehr Unterdrückung als Erschöpfung der Kräfte ist der Puls oft auffallend langsamer.

Wird das Herz eines lebenden Säugethieres oder Vogels blossgelegt, so sieht man, das die beiden Herzkammern sich gleichzeitig zusammenziehen, dass die beiden Vorhöfe mit dem Anfang der Lungenvenen- und Körpervenenstämme sich auch gleichzeitig zusammenziehen, und dass die Zusammenziehung der Vorhöfe nicht gleichzeitig ist mit der Zusammenziehung der Kammern. Bei warmblütigen Thieren geht die Zusammenziehung der Vorkammern schnell vor der Zusammenziehung der Kammern vorher. Die kaltblütigen Thiere haben nur eine Kammer und zwei Vorhöfe, aber die nackten Amphibien und vielleicht alle Amphibien haben gleich den Fischen einen Theil, den die warmblütigen Thiere nicht haben, nämlich einen contractilen Bulbus der Aorta. Nach meinen Beobachtungen folgen sich die Contractionen der Venenstämme, der Vorhöfe, der Kammer und des bulbus aortae beim Frosch in der Ordnung, wie sie genannt sind, so dass die Zwischenzeiten bei diesen 4 Momenten fast gleich sind; die Zwischenzeit von der Contraction der Vorhöfe zur Contraction der Kammer ist eben so gross, wie die Zwischenzeit zwischen der Contraction der Kammer und der des Bulbus. Ich habe mich wiederholt überzeugt, dass Vorhöfe und Kammer nicht in gleichen Zwischenzeiten wie die Bewegungen eines Pendels abwechseln, wie Oesterreicher (*Lehre vom Kreislauf des Blutes. Nürnb.* 1826.) behauptet, sondern dass die Zeit von der Contraction der Vorhöfe bis zur Contraction der Kammer kleiner ist, als die Zeit von der letzten bis zur ersten, dass in der Regel in den grössern Zeitraum von der Contraction der Kammer bis zur Contraction der Vorhöfe gerade die Contraction des bulbus aortae und der Venenstämme hineinfällt. Bei warmblütigen Thieren sah ich die Contraction der Vorhöfe zuweilen einige Momente fehlen, was auf Rechnung der Verletzung kömmt, sonst aber immer wie ein sehr schneller Vorschlag vor der Con-

traction der Ventrikel, so dass die Zeit von der Contraction der Vorhöfe bis zur Contraction der Ventrikel jedenfalls ausserordentlich viel kürzer ist, als die Zeit von der Contraction der Ventrikel bis zur Contraction der Vorhöfe.

Nur die Zusammenziehung (systole) des Herzens ist ein activer Zustand, die Erweiterung (diastole) ist das Moment der Ruhe, wo die Fasern erschlaffen und die Höhlen des Herzens in den hiebei entstehenden hohlen Raum das nächste Blut anziehen, was nach der Anordnung der Klappen zufliessen kann; die Herzhöhlen sind daher in der Erweiterung, diastole, mit Blut gefüllt und ausgedehnt. Die von Bichat und einigen andern französischen Gelehrten angenommene active Erweiterung des Herzens wird durch ein gutes Experiment von Oesterreicher *l. c.* 33. widerlegt. Wenn man auf ein ausgeschnittenes Herz vom Frosch einen Körper legt, der schwer genug ist, das Herz flach zu drükken, und klein genug, dass man das Herz beobachten kann, so sieht man, dass dieser Körper nur bei der Zusammenziehung des Herzens gehoben wird, dass bei der Erweiterung aber das Herz platt bleibt. Hieraus geht hervor, dass die Erweiterung des Herzens nach der Contraction kein Muskularact des Herzens ist; indessen können doch die Wände des Herzens in der Diastole nicht so schlaff, wie an einem ausgeschnittenen Herzen seyn, selbst wenn die Herzhöhle nicht mit Blut gefüllt wäre, weil die Capillargefässe der Herzsubstanz zur Zeit der Erschlaffung von Blut strotzen, während sie zur Zeit der Contraction zusammengedrückt werden, und weniger Blut enthalten können.

Die Bewegungen der Herzkammern würden das Blut sowohl in die Vorhöfe und Venen als in die Arterien treiben, wenn nicht die Klappen durch ihren Bau und ihre Befestigung das Austreiben des Blutes nur in einer gewissen Richtung, und das Einfliessen nur in einer andern Richtung zuliessen. Die Vorhöfe können durch ihre Contraction das Blut allerdings auch in die Venen zurücktreiben, wenn nicht der Strom des Venenblutes nach dem Herzen diese Bewegung aufhält, aber der Fluss des Bluts aus dem Vorhof in die Kammer ist frei, denn die valvula an der Vorhofmündung ist so befestigt, dass sie das Blut frei in die Kammer strömen lässt; aber bei der Zusammenziehung der Kammer verhindert diese Klappe, indem sie durch den Druck des Blutes sich ausbreitet und vorlegt, das Rückfliessen in die Vorhöfe.

Die Bewegung des Blutes aus der Kammer ist frei nach den Arterien, weil die am ostium arteriosum der Kammern liegenden taschenförmigen Klappen, valvulae seminulares, durch den Strom des Blutes aus den Kammern nach den Arterien auseinander weichen, dagegen kann das einmal in den Arterien enthaltene Blut nicht in die Kammern zurück fliessen, weil die Blutsäule der Arterien die taschenförmigen Klappen am ostium arteriosum der Kammern herabdrückt und ausbreitet. Das Herz bildet durch diese Anordnung der Klappen eine Art Pumpenwerk, gleichwie die gewöhnlichen Pumpenröhren mit 2 Klappen versehen sind, von denen die eine beim Aufziehen der Pumpenstange das Was-

ser durchlässt, sich aber beim Senken der Pumpenstange wieder schliesst, während die andere sich dem Wasser öffnet, die sich dagegen beim Wiederaufziehen der Stange schliesst, und das Zurückfliessen des schon geförderten Wassers verhindert.

Das ganze Gefässsystem muss man sich während der Circulation mit Blut gefüllt denken. Nur die Herzhöhlen ziehen sich jedesmal bis fast zur Leere zusammen, obgleich mehrere Beobachtungen zeigen, dass nicht alles Blut bei der Zusammenziehung der Kammern in die Arterien fliesst. Aber die Gefässe sind vom Anfang der Arterien bis in die Capillargefässe, und von dort bis zur Insertion der Venenstämme ins Herz, sowohl während der Zusammenziehung der Kammern, als zur Zeit der Ruhe mit Blut gefüllt; nirgends ist Luft, nirgends ein leerer Raum im Gefässsystem. Die Zusammenziehung der Aorta-Kammer kann z. B. das in den Arterien enthaltene Blut nur dadurch weiter bringen, dass sie mit 1—2 Unzen Blut (Inhalt der Kammer) mit Gewalt gegen die in den Arterien enthaltene Blutsäule drückt, und diese Blutsäule rückt um so viel Raum weiter, als diese 1—2 Unzen Blut, mitten durch die Aortenklappen gedrängt, Raum in dem Anfang der Aorta einnehmen. So wie die Zusammenziehung der Kammer nachlässt, hört die Ursache der Bewegung auf, aber das Blut wird von den elastischen Arterien gegen den Widerstand der Reibung in den kleinsten Gefässen fort getrieben; es bildet immer ein Continuum von den Aorten-Klappen bis in die Capillargefässe, und fliesst beschleunigt, wenn die Aorten-Kammer wieder mit Gewalt mit 1—2 Unzen Blut den Anfang der Blutsäule an den Aortenklappen weiter drängt. Auf diese Art muss in einer gewissen Zeit aus den Venen gerade so viel Blut wieder ins Herz strömen, als durch die Zusammenziehung der Kammern daraus hervor tritt; denn die ganze Blutmasse bildet einen grossen Zirkel; vom Herzen zum Herzen, einen Zirkel, in dem an jeder Stelle so viel Blut weiter rückt, als an jeder andern. Bei der Zusammenziehung der Kammern müssten diese fast leer werden, aber diese Leerheit kömmt nicht einmal zu Stande, denn auf der Stelle fliesst von den Venen und Vorhöfen her wieder das a tergo gedrängte Blut in die leer werdenden Kammern ein, und eben so ist es mit den Vorhöfen.

Indem die Zusammenziehung der Kammern in jedem Moment die Blutmasse in dem Arteriensystem weiter drängt, werden die Arterien ausgedehnt, und diesen von der Zusammenziehung der Kammer herrührenden Druck des Blutes gegen die elastischen Arterienwände nennt man Puls. Wir werden später uns mit dieser Erscheinung besonders beschäftigen; hier ist nur zu bemerken, dass der fühlbare Puls der Arterien mit der Zusammenziehung der Kammer bis auf einen ganz unmerklichen Zeitunterschied synchronisch ist; an den feinsten Gefässen und an den Venen bemerkt man keinen Puls mehr. Mit dem Puls der Arterien muss man den Herzschlag, pulsus cordis, nicht gleichstellen. Der Puls der Arterien ist, wie schon Soemmerring, Corrigan, Stockes, Burdach fanden und ich wieder finde, um einige Terzen später als der Herzschlag. Der Herzschlag ist eine den Brust-

wänden in der Gegend der 5—6. Rippe mitgetheilte Erschütterung, welche von dem Anschlag der Spitze des Herzens herrührt. Aber man weiss leider noch nicht, ob das Herz bei der Zusammenziehung oder bei der Ausdehnung von dem aus den Venen und Vorhöfen zufliessenden Blut an die Brustwand anschlägt.

1) Allgemein bis in die neuere Zeit hat man den Herzschlag von dem Anschlagen während der Zusammenziehung der Kammern abgeleitet. Einige haben angenommen, dass die Herzkammern bei der Zusammenziehung sich verlängern, und dadurch mit der Spitze an die Brust schlagen. Diese Verlängerung existirt aber nicht. Senac (*Traité de la struct. du coeur. Paris* 1749.) hat das Anschlagen abgeleitet von der Ausdehnung der Arterien durch das Blut bei der Zusammenziehung der Kammern, von der Anfüllung der Vorhöfe zur selben Zeit, von der Streckung des Bogens der Aorta durch den Antrieb des Blutes. Indess ist es, wie Carson bemerkt, unrichtig, dass ein gebogenes bewegliches Rohr bei eingespritzter Flüssigkeit sich strecken müsse, da der Druck der Flüssigkeit auf alle Wände gleich stark wird.

2) In neuester Zeit haben Corrigan, Stockes und Burdach gelehrt, dass diess Anschlagen des Herzens gegen die Brustwand von jener grössten Ausdehnung der Herzkammern herrühre, die von der Zusammenziehung der Vorhöfe bedingt wird, und also wie ein schneller Vorschlag der Zusammenziehung der Kammern erst vorher geht. Siehe das Nähere Burdach's *Physiol.* 4. *p.* 219 bis 222.

Angeregt durch die Bemerkungen des geistreichen und verdienstvollen Burdach, habe ich neuerdings durch Eröffnung einer lebendigen Ziege mich über die Ursache des Herzschlags zu vergewissern gesucht, worauf ich bei früheren Vivisectionen nicht hinreichend geachtet habe, um eine eigene Ueberzeugung zu haben. Bei dieser Section einer Ziege, bei welcher Prof. Albers zugegen war, konnten wir uns jedoch nicht überzeugen, dass die Ansicht von Corrigan, Stockes und Burdach die richtige ist; vielmehr haben wir gesehen, dass während der Rückenlage des Thiers das Herz bei jeder Zusammenziehung der Kammern sich deutlich etwas erhob, und dass besonders auch die Spitze nach aufwärts sich hob. Legte man die Hand auf das Herz, so war die fühlbare Erschütterung bei der Zusammenziehung der Kammern so gewaltsam und momentan, dass man den Herzschlag oder das Anschlagen an die Rippen von keiner andern Ursache ableiten zu können glaubte, während man bei der Diastole keine Erschütterung fühlte. Man denke sich nicht das Herz während der Diastole von den Brustwänden entfernt. Während des Lebens liegt das Herz mit dem spitzen Ende an der Brustwand an, und die Erschütterung der Brustwand von der Zusammenziehung der Kammern wird als Herzschlag gefühlt, wobei das Herz seine Lage nicht sehr zu ändern braucht.

Von dem fühlbaren und zuweilen aussen sichtbaren Herzschlag muss man 2 Töne unterscheiden, welche man hört, wenn man das Ohr auf die Stelle des Herzens anlegt, oder sich eines Stethoskops bedient. Man kann sie, wie ich finde, auch zuwei-

len Nachts an sich selbst hören, wenn man auf der linken Seite liegt. Diese Töne folgen schnell auf einander bei jedem fühlbaren Herzschlag, und lassen, wie der Herzschlag, eine Pause hinter sich. Ich finde die Zwischenzeit zwischen beiden im Verhältniss zur Pause wie 1 zu 3, oder ohngefähr $\frac{1}{4}$ der Zeit zwischen zwei Herzschlägen oder circa $\frac{1}{5}$ Secunde (12 Terzen). Auch finde ich nach vielen mit Ausdauer fortgesetzten Beobachtungen, dass der erste Ton synchronisch mit dem fühlbaren Herzschlag ist, und auch fast synchronisch mit dem Puls an der art. maxill. externa, der nur ein Paar Terzen auf den fühlbaren Herzschlag folgt. Ich hörte den ersten Ton bei einer gesunden Weibsperson nur wo man den Herzschlag fühlt, deutlich, den zweiten aber fast in der ganzen Ausdehnung der Brust bis an die Schlüsselbeine. Bei Schwangern hört man die zwei Töne des Foetusherzschlages durch die Bauchdecken hindurch.

Laennec hat den ersten Ton von der Zusammenziehung der Kammern, den zweiten von der Zusammenziehung der Vorhöfe abgeleitet, was indess unzweifelhaft falsch ist, da die Zusammenziehung der Vorhöfe als Vorschlag der Zusammenziehung der Kammern vorhergeht. Corrigan, Stockes, Pigeaux und Burdach leiten den ersten Ton von der Zusammenziehung der Vorhöfe, den zweiten von der Zusammenziehung der Kammern ab. Allein der Puls der Arterien ist so gut wie synchronisch mit dem Herzschlag, oder folgt zu schnell (ein Paar Terzen) auf den fühlbaren Herzschlag, der zweite Ton aber auf den ersten Ton und auf den fühlbaren Herzschlag in $\frac{1}{4}$ der Zeit zwischen zwei Herzschlägen oder 12 Terzen. Demnach kann der zweite Ton nicht von der Zusammenziehung der Kammern herrühren, und folglich könnte der Herzschlag, der mit dem ersten Tone synchronisch ist, nicht von der Ausdehnung der Kammern und Zusammenziehung der Vorhöfe nach Burdach hergeleitet werden.

Williams erklärt den ersten Ton für Wirkung der Zusammenziehung der Kammern und Vorhöfe zugleich, als blitzschnell auf einander folgend gedacht, der zweite Ton sey Wirkung der Klappen; Despine behauptet, der erste Ton sey Wirkung der Zusammenziehung der Kammern, der zweite Ton sey Wirkung ihrer Erweiterung. Siehe Burdach's *Physiol. 4. Bd.* 223.

Hope erklärt den ersten Ton für Wirkung der Zusammenziehung der Ventrikel, welcher die Zusammenziehung der Vorhöfe vorausgeht, den zweiten Ton für Wirkung der Ausdehnung der Ventrikel von Blut, das aus den Vorhöfen vor ihrer Zusammenziehung in die Ventrikel von den Venen her durch die vis a tergo strömt. Froriep's *Not.* 735.

Ich enthalte mich in dieser schwierigen Frage des weitern Urtheils, und behaupte bloss, was ich selbst ziemlich sicher ausgemittelt zu haben glaube, dass beide Töne nur $\frac{1}{4}$ Zeit zwischen zwei Herzschlägen differiren, dass der erste Ton synchronisch mit dem fühlbaren Herzschlag ist, und dass der Puls der Arterien kaum einige Terzen später folgt, als der fühlbare Herzschlag. Da ich wenigstens überzeugt bin, dass der fühlbare Herzschlag die Zusammenziehung der Kammern ist, so bin ich auch gewiss,

dass der erste Ton von der Zusammenziehung, der zweite von der Erweiterung der Kammern herrührt. (Nach MAGENDIE's neueren Untersuchungen (*ann. d. sc. nat.* 1834.) hören die Töne sogleich auf, wenn bei einem Thiere die Brust geöffnet wird, und kehren wieder, wenn man auf das Herz einen harten Körper zum Anschlagen auflegt. Er leitet den ersten Ton wie wir von der Zusammenziehung der Kammern und dem Anschlage der Spitze des Herzens, den zweiten Ton von dem Anschlage des Herzens in der Erweiterung an die Brustwände ab.)

Wir gehen nun zur Beschreibung des grossen und kleinen Kreislaufs über. Den grossen Kreislauf nennt man die Bahn des Blutes von der linken Hälfte des Herzens durch die Arterien des Körpers, durch die Venen des Körpers zurück nach dem rechten Herzen; den kleinen Kreislauf nennt man die Bahn des Blutes von dem rechten Herzen durch die Lungenarterie nach den Lungen, und durch die Lungenvenen zurück nach dem linken Herzen. Im Grunde giebt es also keine zwei Kreisläufe, sondern nur einen Kreislauf mit zwei Abtheilungen der Bahn, so dass in jeder Abtheilung das Blut durch feinste Gefässe aus den Arterien wieder in die Venen übergeht.

### a. Kleine Blutbahn der Lungen.

Das Blut der vena cava inf. und sup. und der grossen Herzvene fliesst dem rechten Vorhofe in dem Maasse zu, als der linke Ventrikel Blut durch die Arterien des Körpers treibt. Während der Contraction des Vorhofes wird das Blut dieser Venen kurz aufgehalten; allein so wie der Vorhof erschlafft, stürzt das Blut der Venen in den rechten Vorhof, und zum Theil schon in die rechte Kammer, sobald sie erschlafft ist. Nun contrahirt sich der Vorhof als Vorschlag der Contraction der Kammer. Bei Vivisectionen sah ich öfter zwei Zusammenziehungen des Vorhofes auf eine Zusammenziehung der Kammer, zuweilen aber auch die Zusammenziehung der Vorhöfe fehlen. Beides scheint jedoch Anomalie. Durch die Contraction des Vorhofes wird das Blut durch diejenige Oeffnung getrieben, welche jetzt nicht geschlossen ist. In die Hohlvenen fliesst das Blut nicht zurück, weil der Strom des Venenblutes durch die vis a tergo zum Herzen fortdauert, die valvula Thebesii der Herzvene ist durch den Druck des Blutes im Vorhofe geschlossen. Das Blut strömt also in die während der Contraction des Vorhofes erweiterte rechte Kammer, die dadurch auf den höchsten Grad ihrer Anfüllung gebracht wird. Zu der Zeit, wo der rechte Vorhof sich wieder erweitert, um das Blut der Venen aufzunehmen, contrahirt sich die rechte Kammer, und treibt das Blut, da die valvula tricuspidalis von dem Drucke des Blutes vor der Vorhofmündung der Kammer ausgebreitet wird, durch das ostium arteriosum zwischen den hier aus einander weichenden valvulae semilunares in die art. pulmonalis. Auf diese Art gelangt das aus dem Körper zurückkehrende Venenblut durch die Thätigkeit des rechten Herzens in die Blutbahn der Lungen. Indessen strömt doch

nicht jedesmal alles Blut des Vorhofes bei dessen Contraction in die Kammer, vielmehr wird ein Theil in die obere und untere Hohlvene zurückgedrängt. Jedenfalls wird durch die Zusammenziehung des Vorhofes der Zufluss des Blutes von den Venenstämmen nach dem Herzen aufgehalten, der sonst beständig erfolgen müsste, weil das Venenblut beständig durch den Strom des Blutes von der linken Kammer durch die Arterien, Capillargefässe und Venen gedrängt wird. Bei Vivisection sieht man die grossen Venen bei jeder Zusammenziehung des Vorhofes anschwellen, und bei Tritonenlarven sah ich das Blut in der untern Hohlvene und den Lebervenen nur stossweise fortrücken. Dieses Zurückströmen muss vermehrt werden, wenn die Kammer wegen irgend eines Hindernisses nicht alles Blut in die art. pulm. treiben kann, entweder durch Substanzveränderung derselben, oder durch Verknöcherung der valvulae semilunares, oder durch ein Hinderniss der Blutbewegung in den Lungen. Dieser Rückfluss oder vielmehr rhythmische Aufenthalt in den Hauptstämmen der Venen wird pulsus venosus genannt. Er kann sich nicht weit fortpflanzen, weil die Venen zu nachgiebig sind, und die Stauchung nur die nächsten Theile des Venensystems erweitert.

Das einmal in der arteria pulmonalis enthaltene Blut kann bei der Relaxation der Kammer nicht wieder zurückfliessen, weil die Blutsäule die valvulae seminulares oder Taschenventile am ostium arteriosum der Kammer ausbreitet. Die Bewegung des Blutes aus dem rechten Herzen durch die Lungen nach dem linken Herzen, der kleine Kreislauf genannt, ist kein wahrer Kreislauf, indem das Blut am Ende dieser Bahn an einem andern Orte ankömmt, als von wo es ausgegangen ist, sondern ist nur ein Theil der Bahn des ganzen Kreislaufes, und würde besser Lungenblutbahn genannt werden, im Gegensatz der Körperblutbahn, welche zusammen erst einen ganzen Kreislauf bilden. Auf der Lungenblutbahn gelangt das venöse Blut, von immer neuen Blutmassen aus der rechten Kammer getrieben, aus den Zweigen der art. pulmonalis in die Capillargefässe der Lungen, durch die Capillargefässe, wo es im Momente des Durchganges hellroth oder arteriös wird, in die venae pulmonales, und sofort in den linken Vorhof. Die Capillargefässe der Lungen sind, wie überall, netzformige Uebergänge der feinsten Zweige der Arterien in die feinsten Zweige der Venen; aber hier mit ausserordentlich engen Maschen der Netze. Alle diese Capillargefässnetze sind aber in der feinen Membran enthalten und ausgebreitet, welche die Lungenzellen bildet, in die sich die letzten Zweige der Luftröhre endigen, und welche eine feine Fortsetzung der Schleimhaut der Luftröhre ist. Da diese von Capillargefässen durchzogene feine Membran von Zelle zu Zelle ein Continuum bildet, so muss man sich das Innere der Lungen, abgesehen von den Luftröhren, Arterien und Venen, als eine im kleinen Raume realisirte ungeheure Fläche vorstellen, durch zellenhafte Faltungen einer Membran gebildet, die von Capillargefässnetzen durchzogen ist, so dass der Prozess des Athmens geschieht durch den Contact des Blutes und der Luft, welche durch die Luftröhre eingeführt, die Wände

dieser Zellen berührt, während die Theilchen des Blutes, in den Capillargefässen der Zellenwände bis ins Kleinste vertheilt, vorbeiströmen.

Bei den einfacheren Thieren, wie den nackten Amphibien, bilden die Lungen noch blosse Säcke mit inneren zelligen Vorsprüngen. So sind auch die Kiemen, die zweite Art des Athemorganes, eine grosse Vermehrung der Fläche im kleinen Raume; aber bei den Kiemen ist die Vermehrung der athmenden Fläche nach aussen vorspringend, bei den Lungen sackförmig oder nach innen verzweigt. Auch an den Kiemen vertheilt sich das Blut der Kiemenarterien in eine ungeheure Ausbreitung durch die Capillargefässnetze aller Kiemenblätter und Blättchen, wovon jedes seine kleine Arterie hat, die am Ende in eine kleine Vene umbiegt, während zahlreiche capillare Queranastomosen zwischen beiden in der Breite der Kiemenblättchen statt haben. Bei den Fröschen und Salamandern kann man die Bewegung des Blutes durch die Capillargefässe der sackförmigen Lungen unter dem Mikroskope beobachten. Siehe die Abbildungen von Cowper *Phil. Trans. abridg.* 5. 331. von den Lungen des Salamanders, von Prevost und Dumas in *Magendie préc. élément. de physiol. T.* 2. Die Zwischenräume der Strömchen sind ganz regelmässig zerstreute Inselchen, wie ich sehe, und kaum grösser als die Strömchen selbst. Noch deutlicher sieht man die Bewegung des Blutes durch die Capillargefässe der Kiemen bei den Larven der Salamander. Rusconi *della circolazione delle larve delle Salam. aquat. Pavia* 1817. *Amours des Salam. aquat. Milan* 1821., wo jedoch die Quergefässe in den Kiemenblättchen übersehen sind. Steinbuch *Analecten f. Naturkunde. Fürth* 1802. Am genauesten sind Marshall Hall's Beobachtungen über den Kreislauf in den Lungen der Salamander, Frösche und Kröten. *A critical and experimental essay on the circulation of the blood. London* 1831. *Tab.* 5—8. Die Zweige der Lungenarterien und Lungenvenen laufen hier einander immer parallel, so dass in die Winkel der Arterienzweige die Venenzweige, in die der Venenzweige die Arterienzweige eingreifen. An den Scheidewändchen der Lungenzellen, die nach dem Innern der Lunge vorspringen, verbreiten sich Arterienzweige und Venenzweige so, dass die Venenzweigelchen an dem innern Rande der Scheidewändchen verlaufen. Die letzten Zweige der Arterien und Venen enden plötzlich in ein Zwischennetz von Capillargefässen, während in allen andern Organen die Verzweigung der Gefässchen immer fortschreitet, und erst unmerklich in das Capillargefässnetz übergeht. Auf diese Art sind die letzten Zweige der Arterien und Venen überall siebförmig durchlöchert, um das Blut der Capillargefässe abzugeben oder aufzunehmen. Marshall Hall's naturgetreue Abbildungen sind von ausserordentlichem Interesse, besonders Tab. 8.

Die Zerstörung der Capillargefässnetze der Lungenzellen und der Lungenzellen selbst durch Entzündung, Eiterung, Entartungen, hat zwei sehr wichtige Folgen, erstens die Verkleinerung der athmenden Fläche, dessen Folge unvollkommene Ausbildung des Blutes und zuletzt Abzehrung seyn kann; zweitens Verkleine-

rung und Verhinderung der Blutbahn, welche das Blut nehmen muss, wenn es vom rechten zum linken Herzen, und so in den ganzen übrigen Körper gelangen soll. Bei den warmblütigen Thieren, wo alles Blut die Capillargefässnetze der Lungen passiren muss, um in die Bahn des grossen Kreislaufes zu gelangen, muss jede Verkleinerung dieses Capillargefässnetzes der Lungen durch Zerstörung ein Hinderniss im Kreislaufe des Blutes überhaupt bewirken, und bei den Lungenkranken müssen Anstrengungen des Herzens, Neigung zur Blutanhäufung in den Lungen, und Disposition zur Lungenentzündung und fieberhafte Aufregung etwas Gewöhnliches seyn. Jedes andere Organ kann ganz zerstört seyn, ohne dass der Blutlauf in den übrigen gehemmt wird, aber die Zerstörung der Lungen ist ein allgemeines Hinderniss des Kreislaufes, woraus die Warnung hervorgeht, dass die Lungenkranken alles zu vermeiden haben, was noch mehr Hinderniss und Aufregung in dem Kreislaufe verursacht. Es lässt sich auch hieraus erklären, warum grosse Zerstörungen anderer Theile, wenn sie nur ohne beständigen Säfteverlust sind, nicht immer Fieber erregen, dagegen die Zerstörungen der Lungen so leicht mit hectischem Fieber verbunden sind. Desorganisationen in anderen Theilen bewirken vorzugsweise nur örtliche Hindernisse der Circulation, z. B. Stockungen des Blutes und Austritt von Blutwasser in den örtlichen Wassersuchten, in der Bauchwassersucht nach Desorganisation der Leber etc., ein Ausgang in Wasserergiessung, der bei Lungenzerstörungen verhältnissmässig seltener ist. Wenn die Capillargefässe der Lungen durch fremde Stoffe verstopft werden, die in den Kreislauf gelangt sind, wie durch Oel, Schleim, metallisches Quecksilber, Kohlenpulver, Schwefelpulver, die in Venen injicirt worden, so ist der Tod unvermeidlich, und folgt sehr schnell, wie Gaspard gezeigt hat.

Die Isolation der Blutbahn der Lungen von der Blutbahn des übrigen Körpers würde vollständig seyn, wenn nicht die Bronchialarterien mit den feineren Zweigen der Lungenarterie communicirten. Bei Verengerungen der art. pulm. und ihrer Aeste werden diese Verbindungen stärker. Hören die chemischen Veränderungen des Blutes in den Lungen auf durch Unterbrechung der Athembewegungen oder durch Athmen irrespirabler Gasarten, so fliesst kein hellrothes, sondern dunkelrothes Blut von den Lungen zurück.

### b. Grosse Blutbahn des Körpers.

Aus den Lungenvenen tritt das arteriell oder hellroth gewordene Blut in den linken Vorhof, und der sogenannte grosse Kreislauf oder richtiger derjenige Theil der Blutbahn, welchen das Blut im ganzen Körper mit Ausnahme der Lungen beim ganzen Kreislaufe beschreibt, beginnt nun, um das arterielle Blut in die Arterien, sofort in die Capillargefässe des Körpers, und hier venös oder dunkelroth geworden, in die Körpervenen und endlich zum rechten Herzen zurückzuführen. Wenn sich der linke Vorhof (gleichzeitig mit dem rechten) erweitert, stürzt das Blut

der Lungenvenen in den linken Vorhof, und zum Theil schon in die linke Kammer, sobald diese erschlafft. Die Contraction dieses Vorhofes treibt das Blut in die erweiterte Kammer, die nun bis auf ihren höchsten Punkt gefüllt ist. Bei der nun folgenden Contraction der linken Kammer schliesst sich die valvula mitralis an der Vorhofsöffnung derselben, und das Blut strömt zwischen den aus einander weichenden valvulae semilunares am ostium arteriosum in die Aorta, welche die einmal in ihr enthaltene Blutsäule nicht wieder zurücktreten lässt, da durch Druck von der Aorta aus diese Taschenventile ausgebreitet werden. Die Gewalt, womit sich die linke Kammer zusammenzieht, ist viel stärker als die der rechten Kammer, auch sind bekanntlich die Wände der erstern gegen 3mal dicker als die der letztern, beim Erwachsenen. Diese Gewalt der linken Kammer musste grösser seyn, da die Körperbahn grösser als die Lungenbahn, und erstere einen ungleich grössern Widerstand in den Capillargefässen aller Organe durch Reibung darbietet.

Von der Aorta aus vertheilt sich das Blut, mit jedem Herzschlage von einer neuen Masse gedrängt, im ganzen Körper mit Ausnahme der Lungen, und geht durch die Capillargefässe in die Venen über.

Bei grossen körperlichen Anstrengungen muss die Bewegung des Blutes in den Capillargefässen in einem grossen Theile des Körpers aufgehalten werden durch den Druck der wiederholten Zusammenziehungen vieler Muskeln. Je ausgebreiteter dieses Hinderniss wird, um so mehr gleicht es demjenigen Aufenthalte der Blutbewegung, der in den Lungen schon durch kleine Hindernisse bewirkt wird. Es stellen sich dann auch ähnliche Wirkungen ein, die Blutsäule der Arterien setzt der Kraft des Herzens einen grössern Widerstand als gewöhnlich entgegen. Das Blut circulirt nicht frei und schnell genug durch die Lungen und häuft sich an, so dass zu gleicher Zeit nicht Blut genug athmet, daher die Athembeschwerden bei solchen Anstrengungen, die man wohl weniger richtig von einem vermehrten Athembedürfniss bei grösserer Muskelbewegung ableitet. Die anhaltende Zusammenziehung der Muskeln bei gewissen Bewegungen, wo einzelne Glieder dauernd bewegt werden, ist auch mit einer Anhäufung des Blutes in diesen Theilen verbunden. Bei einigen Thieren, welche ihrer Glieder anhaltend zum Klettern sich bedienen, hat die Natur den Aufenthalt der Blutbewegung aus der Zusammendrückung in den Arterien wenigstens dadurch beseitigt, dass sich die Stämme der Arterien der Extremitäten ganz oder zum Theil sogleich in eine grosse Anzahl feiner anastomosirender Arterien zertheilen, wie bei Bradypus, Myrmecophaga, Manis, Stenops. Die Bildung kommt an den Gefässen der Gliedmaassen und des Schwanzes vor, welche beide beim Klettern gebraucht werden. Carlisle *Philos. Transact.* 1800. Vrolik *de peculiari art. extremitatum in nonnullis animalibus dispositione. Amst.* 1826. Meck. *Vergl. Anat.* 5. 339. *)

---

*) Mehrere andere Wundernetze sind noch räthselhaft, wie das rete

Die feinen Arterien stehen in jedem Organe, noch ehe sie in die Capillargefässnetze übergehen, unter einander in vielfacher Verbindung, wie jede feine injicirte Membran zeigt, und an vielen Stellen erhält derselbe Theil zuführende grössere Arterien aus sehr verschiedenen Gegenden des Gefässsystemes, wie das Gehirn von der carotis cerebralis und art. vertebralis. Jedermann kennt die Verbindungen zwischen den art. epigast. intercost. mammar. etc. Diess wiederholt sich an allen Orten, und da das Capillargefässsystem aller zusammenhängenden Theile continuirlich ist, so sind alle zuführenden und abführenden Gefässe in dem continuirlichen Capillargefässnetze des ganzen Körpers verbunden, so dass, wenn das gewöhnliche zuführende Gefäss eines Theils verschlossen wird, leicht ein neues dessen Stelle ersetzt. So sind durch die feinsten Arterien und durch die Capillargefässnetze alle juxtaponirten Theile eines Organes oder mehrerer Organe in Wechselwirkung gesetzt. Die Capillargefässe des ganzen Körpers, die Anastomosen der zuführenden Gefässe bilden auf diese Art ein ununterbrochenes Netzwerk, welches von unzähligen Arterien aus Blut erhält, und von verschiedenen Wegen bald unmittelbarer, bald mittelbarer von Blut durchdrungen werden kann. Ohne dass nun neue Gefässe entstehen, durch blosse Erweiterung früherer Communicationen können sich daher neue Wege der Zufuhr ausbilden, wenn die gewöhnlichen verschlossen sind, und so erklärt sich das Phänomen des Collateralkreislaufes, oder die Wiederherstellung des Kreislaufes durch einen Theil nach Verschliessung seines grossen Gefässstammes. Im Anfange erweitern sich eine Menge anastomosirender Zweige, und allmählig bilden sich einzelne stärkere Stämme wieder aus. Bei Thieren lässt sich sogar die Aorta abdominalis ohne absolut tödtlichen Erfolg unterbinden, dagegen man diese Operation beim Menschen bisher zweimal nur mit tödtlichem Erfolge gemacht hat. Dagegen hat man beim Menschen schon alle übrigen grossen Arterienstämme, welche zugänglich sind, mit Erfolg, wo es nöthig war, unterbunden. Es sind sogar Erfahrungen vorhanden, dass, wenn die Verschliessung nur allmählig geschieht, selbst die Verschliessung der Aorta hinter dem Ursprunge der Arterien der oberen Theile des Körpers die Entwickelung eines Collateral-Kreislaufes nicht ausschliesst, so dass durch Erweiterung von Anastomosen der art. mammaria int. und intercost. prima etc. mit den intercostal. doch wieder das Blut in den unter der Verschliessung be-

mirabile mehrerer Säugethiere, das aus Gehirnästen der art. carotis communis bei den Wiederkäuern und beim Schwein gebildet wird, und dessen sämmtliche Zweige sich erst wieder zur carotis cerebralis sammeln. Rapp (Meck. *Archiv* 1827.) zeigt, dass bei den Thieren mit einem Wundernetz die Vertebralarterie nicht zum Gehirne geht, und mit der art. carotis externa zusammenhängt, wie bei Ziege und Kalb, oder bei Verbindung mit dem Wundernetze sich doch in die Nackenmuskeln verbreitet, wie beim Schafe. Aehnliche Netze von Arterien finden sich in der Augenhöhle der Wiederkäuer, Katzen, Vögel nach Rapp und Barkow (Meck. *Archiv* 1829.). Hier entspringen die Arterien des Bulbus daraus. Bei einigen Vögeln ist an der art. tibialis antica ein Netz.

findlichen Theil der Aorta durch Umwege gelangt. Siehe den von A. Meckel beobachteten Fall *Archiv* 1827. *Tab.* 5. In einem ähnlichen von Reynaud (Froriep's *Not.* 537.) beschriebenen Falle waren die Hauptverbindungen zwischen der Subclavia jeder Seite, und dem unter der Verschliessung liegenden Theile der Aorta durch Anastomosen der cervicalis profunda, transversalis cervicis, intercostalis prima mit den Intercostalarterien, und zwischen der Subclavia und der Cruralarterie durch directe Verbindung der mammaria interna und epigastrica bewerkstelligt.

Das durch die Arterien verbreitete Blut, von immer neuen Blutmassen aus dem linken Ventrikel gedrängt, folgt der durch die Gefässe verzeichneten Bahn, und geht aus den feinsten Arterien durch die Capillargefässnetze in die feinen Venen über, um sich weiter in grössere Venen zu sammeln, und dem rechten Herzen wieder zuzuströmen. Diesen Uebergang kann man in vielen durchsichtigen Theilen mikroskopisch beobachten, so dass er nicht allein ein Schluss aus der Bewegung des Blutes in den Arterien und Venen, sondern ein Gegenstand der unmittelbaren Beobachtung ist.

Hierzu dient die Schwimmhaut der Frösche, der Schwanz junger Fische und der Salamander-, Frosch- und Krötenlarven, das Mesenterium aller Wirbelthiere, die Flügel der Fledermäuse, die Keimhaut des Eies der eierlegenden Thiere. Siehe die Abbildungen der blutführenden Capillargefässe von der area vasculosa des Eies in Pander *Entwickelungsgeschichte des Hühnchens im Ei*; von jungen Fischchen Doellinger *Denkschr. der Akad. der Wissensch. zu München, Bd.* 7.; von der Schwimmhaut der Frösche Schultz, *der Lebensprozess im Blute, Berlin* 1822. Marshall Hall *tab.* 3.; von verschiedenen Theilen der Frösche und Säugethiere Kaltenbrunner *exp. circa statum sang. et vas. in inflammatione. Monach.* 1826.; vom Gekröse der Frösche Reichel *de sanguine ejusque motu. Lips.* 1767. Marshall Hall a. a. O. *tab.* 4.; vom Schwanze des Stichlings Marshall Hall a. a. O. *tab.* 1.; von Fisch-, Frosch- und Salamanderembryonen und Larven Baumgaertner *über Nerven und Blut. Freiburg* 1830. Man sieht die Blutkörperchen deutlich aus sich verzweigenden kleinsten Arterien in nicht weiter dünner werdende Gefässe von netzförmiger Bildung sich ergiessen, und sich aus diesen wieder in dicker werdende und aus Zweigen sich bildende Anfänge der Venen sammeln. Die Blutkörperchen fliessen in den feinsten Capillargefässen einzeln hinter einander, und oft mit Unterbrechung; wenn sie einzeln fliessen, sind sie fast farblos, dichter gehäuft erscheinen sie gelb, noch dichter gelbroth und roth. Bei den noch kräftigen Thieren fliessen sie anhaltend ohne Stoss; wenn die Thiere schwach sind und die Bewegung sich verlangsamt, sieht man die stossweise Bewegung, so dass sie zwar immer fort strömen, aber stossweise schneller strömen; bei noch schwächeren Thieren werden sie nur im Momente des Herzschlages fortgetrieben, und weichen dann auch wohl wieder etwas zurück. Wo mehrere arteriöse Strömchen in eine Anastomose zusammenkommen, ist ein Strömchen immer vorherrschend, und durchströmt die Anastomose allein,

um sein Blut dem andern Strömchen beizumengen. So sammeln und theilen sich die Strömchen auch in den netzförmigen feinsten Gefässen!, bis alles wieder in den Anfängen der Venen gesammelt wird. Zuweilen verändert sich die Richtung eines Strömchens, wenn ein anderes Strömchen stärker wird, und das frühere bestimmende schwächer, je nach dem Druck auf die Theile des Thieres. Alle Kügelchen gehen aus den Arterien in die Venen über, und Niemand ist es leicht begegnet, was Doellinger gesehen haben wollte, dass einzelne Kügelchen haften bleiben und sich mit der Substanz verbinden. Ich glaubte früher zuweilen bei stockendem Kreislaufe so etwas zu sehen, aber bei weiter fortgesetzten Beobachtungen sah ich auch die Kügelchen fortrücken, wenn die Bewegung wieder anhielt. Drückt man das Glied oder unterbindet man es, so steht alles augenblicklich stille und kein Kügelchen verändert seinen Ort mehr.

Während des Durchganges des Blutes durch die Capillargefässe wird das Blut dunkelroth. Die Bewegung des Blutes in den Venen ist nicht stossweise verstärkt, sondern gleichförmig. Diejenigen Venen, welche dem Drucke der Muskeln ausgesetzt sind, haben Klappen, Taschenventile, welche dem Blute die rückgängige Bewegung nach den Capillargefässen versperren, wodurch jeder Druck auf die Venen, statt die Bewegung aufzuhalten, das Blut nach dem Herzen befördert. Die Klappen fehlen in den Venen der in Höhlen geschützten Theile ganz. In den Lungenvenen hat Mayer unvollkommene Klappen beobachtet. An der Pfortader der Pferde hat E. H. Weber Klappen beobachtet, die beim Menschen fehlen.

### c. Kleinste Blutbahn des Pfortadersystems.

Die Venen, welche sich zur Pfortader der Leber vereinigen, führen das Venenblut ihrer Theile zur Leber in das Capillargefässsystem derselben, zu welchem auch das Blut der Leberarterien gelangt. Vergl. p. 161. Auf diese Art gelangt also das Blut der Milz, des Darmkanales, des Magens, des Pancreas, des Mesenteriums nicht unmittelbar, sondern auf einem Umwege in die untere Hohlvene. Prof. Retzius in Stockholm hat indess beim Menschen auch einige feinere Verbindungen zwischen Darmvenen und Zweigen der untern Hohlvene entdeckt, wie er mir brieflich mitgetheilt hat. Als er nämlich die vena cava und die vena portae mit sehr feinen kalten Massen von verschiedenen Farben injicirte, fand er, dass das ganze Mesocolon und Colon sinistrum mit beiden injicirt war, und dass beiderlei injicirte Gefässe an mehreren Stellen Anastomosen bildeten. Die Venen vom colon und mesocolon, welche dem Systeme der vena cava angehörten, gingen zur vena renalis sinistra, und lagen äusserlich, dahingegen diejenigen, welche der Pfortader angehörten, grösstentheils näher der Schleimhaut lagen. Auch die äussere Oberfläche des Duodenums hatte Injection von der vena cava aufgenommen. Breschet hat die v. mesenterica minor durch Aeste der v. cava inf. angefüllt, und Schlemm hat offene Verbindungen der v.

mesent. minor mit Gefässen von der vena cava inf. am After gefunden. Eine Beobachtung, welche uns anzeigt, dass man mit Erfolg Blutentziehungen am After in Stockungen und Congestion des Blutes, vielleicht sogar Entzündungen des Darmkanales, machen wird.

Das Blut der Pfortader der Wirbelthiere, und das Blut der venae renales advehentes bei den Fischen und Amphibien hat zum zweitenmal den Widerstand der feinen Kanäle eines Capillargefässsystems zu überwinden, ehe es wieder zum Herzen gelangt. Bei den Larven der Salamander habe ich die Beobachtung gemacht, dass man den Blutlauf in der Leber mit einem einfachen Mikroskope bei Beleuchtung von oben betrachten kann. MECKEL's *Archiv* 1828. Diese von R. WAGNER bestätigte Beobachtung ist von grosser Wichtigkeit. Man kann hier ganz deutlich sehen, dass das Blut der Pfortader bei dem Durchgange durch die Capillargefässe der Leber in die Lebervenen nur in den Interstitien der acini verläuft, und man kann hier sogar die einzelnen Blutkörperchen, so deutlich wie sonst in durchsichtigen Theilen, beobachten. Siehe die Abbildung in meiner Schrift *de gland. penit. struct. tab.* 10. *fig.* 10. Ich habe bemerkt, dass das Blut in der Hohlvene, wie in allen Rinnen der Lebervenen, stossweise floss, wahrscheinlich, weil während der Contraction des rechten Vorhofes das Blut aufgehalten wird, oder wegen der regelmässigen Zusammenziehungen des untern Hohlvenenstammes, (die man bei Fröschen sieht). Es ist kein Unterschied in der Farbe des Blutes in der Hohlvene, in der Pfortader, in den Lebervenen zu bemerken.

Nach der allgemeinen Beschreibung des Kreislaufes ist jetzt die Geschwindigkeit des Kreislaufes zu untersuchen und auszumitteln, in wie viel Zeit das Blut den ganzen Circuitus vollendet. Von der Geschwindigkeit des ausfliessenden Blutes kann man nicht auf die Geschwindigkeit in den Gefässen schliessen. Der Ausfluss erfolgt unter dem ganzen Drucke, dem das Blut in den Gefässen ausgesetzt ist. In den Gefässen kann jede neue Blutmasse nur durch Weiterrücken der übrigen Masse fortgeschoben werden, und es muss der Widerstand der Reibung in den engeren Gefässen überwunden werden.

Ueber die Zeit, in welcher der Kreislauf des Blutes vollendet ist, sind sehr dankenswerthe Untersuchungen von HERING (*Zeitschrift für Physiologie.* 3. *p.* 85.) vorhanden. Aus 18 Versuchen an Pferden hat HERING folgende Resultate erhalten: Die Zeit, welche eine dem Blute unmittelbar beigemischte verschieden starke Auflösung von blaus. Eisenoxydulkali brauchte, um von der einen Jugularvene eines Pferdes durch das rechte Herz, den kleinen Kreislauf, durch das linke Herz, den grossen Kreislauf bis in die entgegengesetzte Jugularvene zu kommen, ist zwischen 20 und 25, und zwischen 25 und 30 Sekunden; von der Jugularvene bis zur vena saphena magna nur 20 Sekunden, von der vena jugul. bis in die arteria masseterica zwischen 15 und 30 Sekunden, bis in die art. maxill. externa einmal zwischen 10—15 Sekunden, ein andermal zwischen 20 und 25 Sekunden, von der vena jugul. bis

in die art. metatarsi zwischen 20 und 25 Sekunden, 25 und 30 Secunden, und einmal mehr als 40 Secunden. Das Resultat war ziemlich gleich bei verschiedener Häufigkeit des Herzschlages. Hering's Resultate stehen indess mit der Voraussetzung über die Menge des Blutes und über die Menge Blut, welche mit jedem Herzschlage weiter gebracht werden kann, im Widerspruch. Nach Wrisberg hatte eine Frau durch tödtlichen Mutterblutsturz 26 Pfund Blut verloren, und bei der Enthauptung einer Vollblütigen sammelte man 24 Pfund Blut. Wenn man annimmt, dass 2 Unzen Blut bei jedem Herzschlage des Menschen weiter gefördert werden, so dauert der Umlauf bei 20 Pfund (bürgerl. Gewicht) Blut 160, bei 10 Pfund Blut, wie Herbst die Blutmasse des Menschen schätzt, 80 Herzschläge. Ueber die Blutmenge siehe Herbst *de sang. quantitate. Gotting.* 1822. Mit mehr Sicherheit kann man daher annehmen, dass der Blutumlauf beim Menschen in 80—214 Herzschlägen, oder in 1—2 Minuten vollendet ist. Vergl. Burdach *Physiol.* 4. 101. 253.

Die Zeit, in welcher das Blut den Weg von der einen zur andern Herzhälfte, oder die Hälfte des Kreislaufes zurücklegt, ist für verschiedene Organe sehr verschieden. Das Blut, das von dem linken Herzen durch die vasa coronaria cordis zum rechten Herzen gelangt, braucht einen ausserordentlich viel kürzeren Zeitraum zu dieser Bahn, als das Blut, welches vom linken Herzen dem Fusse zuströmt und zum rechten Herzen zurückkehrt, und so bildet die Circulation vom linken Herzen zum rechten unendlich viele verschieden grosse Bogen, wovon der kleinste der durch die Kranzgefässe oder ernährenden Gefässe des Herzens selbst ist. Der Weg vom rechten Herzen durch die Lungen zum linken Herzen ist kürzer als die meisten dieser Bogen im grossen Kreislaufe, und das Blut legt diesen Weg ceteris paribus viel schneller zurück als in den meisten Gefässen, welche zum grossen Kreislaufe gehören.

Obgleich die Menge Blut, welche im grossen Kreislaufe in jedem Augenblicke enthalten ist, wegen der grössern Bahn ausserordentlich viel grösser ist, als die Menge innerhalb des kleinen Kreislaufes, so fliesst doch an einer gedachten Stelle der arteria pulmonalis in einem Zeitraume eben so viel Blut vorbei, als an einer gedachten Stelle der aorta; denn es kann an jedem Orte der Hauptstämme der in sich verschlossenen Bahn nur so viel Blut abfliessen, als an einer andern Stelle zuströmt. (Dagegen kann die Circulation in den kleineren Gefässen sehr variiren.) Denkt man sich ferner die Uebergänge der Arterien in Venen in den Lungen und im übrigen Körper gleich dick, so müssen in den Lungen auf einer gewissen Stelle ausserordentlich vielmal mehr Capillargefässe zusammengedrängt seyn, als auf einer gleich grossen Stelle im übrigen Körper. Diess bestätigt die Beobachtung, indem schon in den Lungen der Frösche die Zwischenräume zwischen den Capillargefässen kaum grösser, beim Menschen fast kleiner als die Capillargefässe selbst dick sind, wie Cowper, Wedemeyer, Marshall Hall, Prevost und Dumas (vom Menschen Weber) gezeigt haben, und ich wieder finde. An den

Lungen der Salamander und Frösche wenigstens sind, wie Wedemeyer und Marshall Hall zeigen, die feinsten Zweige der Lungengefässe auf den Lungenzellen gleichsam siebförmig durchlöchert, und das Blut fliesst zwischen sehr kleinen Inselchen aus dem Siebe der einen Gefässchen in das Sieb der anderen Gefässchen über.

Endlich ist zu bemerken, dass die Geschwindigkeit des Blutes in den kleinen Aesten kleiner seyn muss, als in den Stämmen der Gefässe überhaupt, weil die Capacität der Aeste eines Stammes zusammengenommen grösser scheint als die area des Stammes selbst, obgleich dieses Verhältniss keineswegs als streng erwiesen zu betrachten ist. Denkt man sich aber alle Aeste eines Organes vereinigt, und den Kreislauf als eine in sich zurückkehrende Bahn dieses Blutstroms, so geht an allen Stellen dieser Bahn in gleicher Zeit gleichviel Blut vorüber, während die Theilchen derselben Masse sich schneller bewegen müssen, wenn die Röhren eng werden, langsamer in weiten Röhren, so dass dort bei langsamer Bewegung der Theilchen in weiteren, hier bei schnellerer Bewegung in engeren Röhren, doch überall dieselbe Masse Blut in gleich viel Zeit an allen Stellen der Blutbahn weiter gefördert wird.

## *III. Capitel.* Vom Herzen als Ursache des Kreislaufs.

Das Herz zieht sich auf mechanische oder galvanische Irritation gleich den anderen musculösen Theilen zusammen. Soemmerring, Behrends, Bichat haben den Einfluss des Galvanismus auf das Herz geläugnet, allein ich habe häufig Humboldt's und Fowler's Versuche bestätigt gefunden, und sowohl bei Fröschen als beim Hunde, bei denen die Zusammenziehungen des Herzens aufgehört hatten, durch ein einfaches Plattenpaar oder durch eine schwache galvanische Säule die Zusammenziehungen erregt. Das Herz unterscheidet sich aber mit den nur unwillkührlich beweglichen Theilen, Darmkanal etc., von den übrigen Muskeln, dass der Reiz nicht eine momentane Zuckung, sondern anhaltend eine Reihe rhythmischer Bewegungen erregt, wie sie den meisten unwillkührlich beweglichen Theilen eigen sind. Da das Herz nun gleich allen Muskeln durch Reize zur Contraction angeregt wird, so liegt es sehr nahe anzunehmen: dass das Blut der Herzhöhlen selbst das Herz zu Contractionen reizt, um so mehr, da das Herz sogleich schwächer schlägt, wenn es weniger Blut enthält. Dass diese Contractionen rhythmisch sind, hat man sich daraus erklärt, dass das Herz durch die Contraction den Reiz, nämlich das Blut, nach der einen Seite entfernt, während diese Ortsveränderung des Blutes wieder die Ursache ist, dass von Seiten der Venen das Herz wieder mit Blut gefüllt wird. Auch liesse sich hiernach einsehen, wie die Contractionen der Vorkammern und Kammern alterniren, da die eine Höhle durch ihre Contraction die Ursache wird, dass die andere Höhle sich wieder anfüllt. So nothwendig indess eine gewisse Blutmenge und eine gewisse Anfüllung der

Herzhöhlen zur Unterhaltung der Thätigkeit des Herzens ist, und so gewiss jede mechanische Ausdehnung des Herzens von innen Zusammenziehung in ihm hervorrufen muss, so ist der Reiz des Blutes in den Herzhöhlen doch nicht der letzte Grund der rhythmischen Zusammenziehungen des Herzens. Denn auch das blutleere Herz setzt seine Contractionen noch schwächer fort. Man könnte das Rhythmische in der Contraction des Herzens auch davon ableiten, dass jede Zusammenziehung das Blut in den ernährenden Gefässen des Herzens zurücktreibt, mit dem Aufhören der Zusammenziehung aber wieder Zuströmen des Blutes in die kleinsten Gefässe der Herzsubstanz unter dem beständigen Drucke des Blutes von den elastischen Arterienhäuten eintritt, so dass die feinsten Gefässe des Herzens bei jeder Erschlaffung mit mehr Blut gefüllt werden, diese Anfüllung mit hellrothem Blute nun wieder die Ursache der Contraction wäre. Diese Ansicht wird aber durch denselben Einwurf widerlegt. Denn das Herz der Thiere, besonders der Amphibien und Fische, zieht sich auch ausgeschnitten und blutleer rhythmisch, bei Amphibien Stunden lang, und zwar in derselben Folge von Vorhöfen und Kammer zusammen. Nun könnte man zwar diess von dem Reize der Luft ableiten, und an jenes pag. 56. erläuterte Gesetz erinnern, dass, wenn ein Reiz auch beständig ist, die Contractionen doch oft noch periodisch erfolgen können. Allein dasselbe geschicht im luftleeren Raume, und ohne einen inneren Grund könnte sich nicht die regelmässige Aufeinanderfolge der Ventricular-Contraction auf die Contraction der Vorhöfe erhalten. Die Ursache muss also viel tiefer liegen. Es muss in der Organisation des Herzens und in der beständigen Wechselwirkung des Blutes in den kleinsten Gefässen mit der Herzsubstanz, oder in der Wechselwirkung der Herznerven und der Herzsubstanz etwas liegen, was entweder anhaltend wirkt, worauf aber das Herz nach dem pag. 56. erläuterten Gesetze nur periodisch reagirt, oder das selbst periodisch auf das Herz einwirkt. Die Lösung dieser Frage ist unendlich schwierig, bei dem jetzigen Standpunkte der Wissenschaft unmöglich.

1) *Abhängigkeit des Herzens vom Athmen.* Sobald die chemischen Veränderungen des Blutes in den Lungen aufhören, durch Verletzungen der Nerven, welche die Athembewegungen aufheben, oder durch mechanische Hindernisse des Athmens oder irrespirable Luftarten, wird die Lebensthätigkeit aller Organe geschwächt, und bei den höheren Thieren sogar schnell aufgehoben. Obgleich dann, wie Bichat und Emmert (Reil's *Archiv* 5. 401.) gezeigt haben, die Bewegung des dunkelroth gewordenen Blutes der Arterien nicht sogleich aufhört, und, obgleich das Herz nach dem scheinbaren allgemeinen Tode selbst bei warmblütigen Thieren noch über $\frac{1}{2}$ Stunde in einzelnen Fällen schwach und langsam zu schlagen fortfährt, so wird es doch durch Hinderniss des Athmens wenigstens so sehr in seiner Wirkung geschwächt, dass der Kreislauf schon bald nicht mehr unterhalten werden kann; dagegen sich bei allen Thieren, deren Athembewegungen durch Verletzungen des Gehirns, besonders der me-

dulla oblongata, oder durch Vergiftung aufgehoben sind, durch künstlich unterhaltenes Athmen mit Lufteinblasen und Ausdrükken, der Kreislauf viel länger unterhalten lässt. Bei einem nach Unterbindung der Halsgefässe geköpften Hunde sah Brodie unter künstlichem Athmen das Herz noch $2\frac{1}{2}$ Stunden 35mal, und bei einem andern noch $1\frac{1}{2}$ Stunden 30mal in der Minute schlagen. (Reil's *Archiv* 12. 140.) Bei den kaltblütigen Thieren ist dieser Einfluss des Athmens oder des hellrothen Blutes auf das Herz viel geringer, denn ich habe Frösche, denen ich die Lungen unterbunden und abgeschnitten hatte, noch 30 Stunden bei andauernder Thätigkeit des Herzens fortleben sehen. Da nun aber Frösche nach der Zerstörung des Gehirns und Rükkenmarkes schneller die Kraft des Herzens verlieren (in 6 Stunden hören die Contractionen auf), so folgt hieraus, dass die Frösche nach dem Abschneiden der Lungen entweder durch die Haut das Athmen einigermaassen ersetzen können, oder dass sehr wahrscheinlich das Gehirn und Rückenmark viel nöthiger sind zur Unterhaltung der Bewegungen des Herzens, als das Athmen selbst. Denn Frösche leben, wenn sie weder mit den Lungen noch mit der Haut athmen können, in reinem Wasserstoffgas doch noch über 12 Stunden, wie ich selbst sah. Es könnte sogar die endliche Unterbrechung der Herzthätigkeit nach Unterbrechung des Athmens grossentheils auch von der Veränderung des Nervensystems herrühren, die erfolgt, wenn es kein hellrothes Blut mehr empfängt.

Die Störung des Kreislaufes nach Unterbrechung des Athmens bei den höheren Thieren ist jedenfalls nicht von dem Collapsus der Lungen bedingt, insofern diese im collabirten Zustande dem Durchgange des Blutes ein Hinderniss darbieten könnten. Denn wie Bichat und Emmert zeigten, dauert die Bewegung des Blutes in den Arterien anfangs noch ungestört fort.

Goodwyn hat die Schwächung des Kreislaufes nach Unterbrechung des Athmens bei den höheren Thieren davon abgeleitet, dass der linke Ventrikel kein hellrothes Blut mehr erhalte, und vorausgesetzt, dass zur Thätigkeit des linken Herzens dieser Einfluss durchaus nothwendig sey. Dagegen erinnert Bichat, dass das bei nicht athmenden Thieren von den Lungen zum Herzen kommende dunkelrothe Blut die Zusammenziehungen des Herzens nicht sogleich aufhebe. Obgleich diese und andere von Bichat (*rech. sur la vie et la mort*) hiergegen angeführte Gründe gar nichts beweisen, so ist es doch durchaus nicht wahrscheinlich, dass beide Herzhöhlen eine specifische Reizbarkeit für verschiedene Blutarten haben. Denn beim Foetus, wo die Vorhöfe durch das foramen ovale communiciren, und überhaupt kein Athmen in den Lungen, sondern nur eine gewisse Veränderung des Blutes in der placenta bewirkt wird, enthalten beide Herzhälften einerlei Blut. Wenn das hellrothe Blut durch eine unmittelbare Wirkung auf das Herz zur Unterhaltung der Herzbewegung wirklich nothwendig ist, so ist Bichat's Meinung viel wahrscheinlicher, dass durch Unterbrechung des Athmens das Herz darum seine Reizbarkeit verliere, weil seinen Muskelfasern durch die Kranz-

arterien oder ernährenden Gefässe des Herzens nun kein hellrothes Blut, sondern dunkelrothes Blut zugeführt wird. So gewiss nun dieser Einfluss zu seyn scheint, so lässt sich doch nicht ermessen, in welchem Verhältniss dieses Bedürfniss zum Bedürfniss des Nerveneinflusses auf das Herz steht, indem alle Veränderungen des Athmens auch den Einfluss der Nerven auf die übrigen organischen Theile verändern.

2) *Abhängigkeit des Herzens von den Nerven.* Obgleich die Veränderung des Herzschlages in den Leidenschaften und anderen Veränderungen des Nervensystems augenscheinlich ist, indem der Herzschlag z. B. in allen plötzlichen Leidenschaften, excitirenden sowohl als deprimirenden, anfangs gestört, dann häufiger, und zwar in ersteren heftig und häufig, in letzteren schwach und häufig wird, so haben doch Einige diesen Einfluss nicht nöthig gehalten zur Bewegung des Herzens. Haller behauptete diese Unabhängigkeit, weil das ausgeschnittene Herz sich zusammen zu ziehen fortfährt, weil die Reizung der Herznerven nicht jene Convulsionen erzeugt, die die Reizung der Nerven in den übrigen Muskeln erzeugt.

Die Untersuchungen über diesen Gegenstand beginnen wieder mit der Arbeit von Soemmerring und Behrends über die Herznerven 1792, welche zu beweisen suchten, dass die Herzsubstanz gar keine Nerven erhalte, und dass alle Fäden der Herznerven in der Substanz des Herzens nur den Häuten der Herzgefässe angehören. Hierdurch schien Haller's Lehre von der Zusammenziehungskraft der Muskeln bestätigt zu werden, dass nämlich die Muskeln durch sich selbst und nicht durch ihre Wechselwirkung mit den Nerven Bewegkraft besitzen, dass die Nerven gleich wie die äusseren (mechanischen, electrischen, chemischen) Reize Bewegungen der Muskeln veranlassen, und es folgt also, dass das Herz, indem es dem Einflusse der Nerven entzogen ist, durch das Blut selbst zu Bewegungen gereizt wird. Soemmerring's und Behrends Versuche, dass der Galvanismus keine Zusammenziehungen des Herzens bewirke, da er diess doch in allen mit Nerven versehenen Muskeln thut, schienen diese Ansicht noch mehr zu bestätigen. Allein Scarpa zeigte, dass die Herznerven allerdings auch sehr zahlreich in dem Muskelfleische des Herzens sich verbreiten. v. Humboldt, Pfaff, Fowler und Wedemeyer haben durch Galvanismus Zusammenziehungen des Herzens bewirkt, und mir ist dasselbe sowohl bei Fröschen als Säugethieren gelungen. Humboldt will sogar durch Galvanisiren der nervi cardiaci bei Säugethieren Bewegungen des Herzens hervorgerufen haben. *Ueber die gereizte Muskel- und Nervenfaser* 1. 342. Die Nerven können sonst, wie Burdach mit Recht bemerkt, auch als feuchte Leiter wirken, wenn der eine Pol auf sie, der andere auf das Herz applicirt wird. Burdach sah aber wirklich Verstärkung des Herzschlages eines getödteten Kaninchens, als er das Halsstück des sympathischen Nerven oder das untere Halsganglion armirte. *Physiol.* 4. 464. Solche Versuche über die motorische Kraft von Nerven sind bloss beweisend, wenn die Nerven allein armirt werden, und wenn die galvanische

Action sehr schwach ist. Starke Entladungen werden hierbei von jeder Stelle aus durch feuchte Leiter, und so durch Nerven, zum Herzen selbst bloss durchgeleitet. Die Versuche von Burdach, in welchen er bei einem getödteten Kaninchen durch Betupfen des sympath. Nerven mit caust. Kali oder ätzendem Ammonium den Herzschlag wieder beschleunigte, sind daher um so interessanter, besonders auch, da bei einem getödteten Kaninchen keine schmerzhaften Empfindungen mehr einwirken, und den Herzschlag verändern können. Dieser Versuch wollte mir bei Wiederholung nicht so gelingen. Die Versuche, welche Brachet (*rech. sur le syst. ganglionaire*) und Andere über Reizung der Nerven an lebendigen Thieren angestellt haben, können in Hinsicht des Herzens gar nichts erweisen, da der Herzschlag so sehr bei schmerzhaften Empfindungen sich ändert.

Endlich unterscheidet sich das Herz wieder von anderen Muskeln, dass es ausgeschnitten und leer, besonders bei kaltblütigen Thieren, auch ohne Reiz sich zusammen zu ziehen fortfährt, dass es hierbei selbst die regelmässige Aufeinanderfolge in den Abtheilungen des Herzens beobachtet, Verhältnisse, die man nicht anders als aus einem specifischen Einflusse der noch übrigen Nerven in der Substanz des ausgeschnittenen leeren Herzens erklären kann, welcher somit die letzte Ursache der Contractionen des Herzens zu seyn scheint, um so mehr, da die Reizungen der Nerven durch Reizungen des Gehirns und Rückenmarkes, und Leidenschaften einen so grossen Einfluss auf die Veränderung der Thätigkeit des Herzens haben. Kennte man Einflüsse, welche die belebende Wirkung der Nerven zerstören, ohne zugleich das Zusammenziehungsvermögen der Muskeln auch aufzuheben, so würde man diese Frage bis zur Gewissheit entscheiden können; allein die Narcotica, welche an Nerven applicirt, diesen ihre Fähigkeit nehmen, auf Reize, die auf die Nerven angebracht werden, Bewegung der mit ihnen verbundenen Muskeln hervorzurufen, wirken eben so auf die Muskeln applicirt und machen sie unfähig, durch Reizung der Nerven ihre Zusammenziehungskraft zu äussern. Das Opium auf das Herz eines Frosches angewandt, hebt dessen Bewegungen bald auf (obgleich mir diess mit wässeriger Auflösung von Opium nicht so wie Humboldt gelingen wollte). Indessen beweist die plötzliche Veränderung und Stokkung des Herzschlages nach einer gewaltsamen Zerstörung des ganzen Rückenmarkes jedenfalls, dass die Nerven des Herzens einen grossen Antheil an dessen Bewegungen haben.

Ob dieser Einfluss unmittelbar von den Herznerven und ihren Quellen, dem Nervus sympathicus ausgehe, oder ob das Gehirn und Rückenmark diese Nerven mit derjenigen Kraft versehen, wodurch sie die Bewegungskraft des Herzens erhalten, ist eine andere Frage. Diese Frage wurde zuerst durch Bichat in Anregung gebracht. Bichat trennte genauer die Functionen der physiologisch verschiedenen Nervenstämme, der Cerebro-Spinal-Nerven und des Nervus sympathicus. Die Nerven des Gehirns und Rückenmarkes, welche willkührliche Bewegungen veranlassen können, wenn sie sich in Muskeln verbreiten, sind in einer gros-

sen Abhängigkeit von diesen Organen; die Unterbrechung ihres Zusammenhanges mit dem Gehirn oder Rückenmarke hebt ihren Einfluss zur Erregung willkührlicher Bewegungen auf. Die Nerven des Rückenmarkes sind eben so gelähmt, wenn die Leitung zwischen ihnen und dem Gehirn durch Verletzung des Rückenmarkes aufgehoben ist, obgleich ein vom Gehirn oder Rückenmarke getrennter Nerve bei mechanischer oder galvanischer Reizung noch unwillkührliche Bewegung des mit ihm verbundenen Muskels bewirkt. Die von dem Nervus sympathicus versehenen Theile, Herz, Darmkanal, Uterus etc., haben dagegen nur unwillkührliche Bewegungen; der Nervus sympathicus hängt nicht unmittelbar mit dem Gehirn und Rückenmarke, wie die Cerebro-Spinalnerven, sondern nur mittelbar durch Vermittelung der letztern zusammen. Bichat nannte das System der Cerebro-Spinalnerven das *animalische*, das System des Nervus sympathicus das *organische* Nervensystem, schrieb dem letztern eine gewisse Unabhängigkeit von Gehirn und Rückenmark zu, und betrachtete die Ganglien und Geflechte des N. sympathicus als dessen Centraltheile. In der neuern Zeit ist die nach dem Kreislaufe des Blutes zweite grosse Entdeckung gemacht worden, nämlich, dass die Spinalnerven, welche durch eine vordere oder hintere Wurzel von dem Rückenmarke entspringen, durch die vordere Wurzel im Stande sind, Bewegungen in den Muskeln hervorzurufen, durch die hintere Wurzel, welche mit einem Ganglion versehen ist, aber empfindend sind. Bell hat diese Entdekkung gemacht, und ich habe bewiesen, dass mechanische und galvanische Reize, auf die hinteren Wurzeln der Spinalnerven applicirt, nicht im Stande sind, Bewegung in den Muskeln zu erregen, zu welchen die Spinalnerven hingehen. Siehe III. Buch. Scarpa hat nun in der neuern Zeit zu zeigen gesucht, dass der Nervus sympathicus, der in der Brust mit dem Anfange der Spinalnerven zusammenhängt, doch bloss mit den hinteren Wurzeln der Spinalnerven, nicht aber mit den vorderen in Verbindung stehe, und dass also der Nervus sympathicus weder vom Rückenmarke aus zur Erregung des Herzens bestimmt werden könne, noch selbst motorische Kraft besitze. Scarpa *de gangliis nervorum deque origine et essentia n. intercostalis ad* H. Weber. *Annal. univers. d. medicina. Magg. e Giugn.* 1831. Wutzer's und meine eigenen Untersuchungen, so wie die von Retzius und Mayer, haben indess gezeigt, dass Scarpa's spätere Ansicht unrichtig ist, und dass die rami communicantes inter n. sympathicum et nervos spinales, sowohl von der vordern motorischen, als von der hintern sensibeln Wurzel der Spinalnerven ihre Fäden erhalten. Siehe Meckel's *Archiv* 1831. 1. *p.* 85. u. 260.

Mit der Untersuchung des Einflusses des Rückenmarkes und Gehirns auf die Bewegungen des Herzens haben sich auf experimentellem Wege besonders Legallois, Philip, Treviranus, Nasse, Wedemeyer, Clift und Flourens beschäftigt.

Legallois trat mit neuen Thatsachen in seinem Werke (*exp. sur le principe de la vie. Paris* 1812.) hervor, nach welchen der Grund

der Herzthätigkeit nur in dem Rückenmarke gelegen seyn sollte. Legallois Beweise lassen sich auf folgende Hauptpunkte reduciren.

Zerstört man bei einem Thiere den Cervicaltheil des Rückenmarkes und die medulla oblongata, so hört das Athmen wegen der Zerstörung der Quelle der Athemnerven, nämlich der medulla oblongata und des Rückenmarkes, auf. Der Herzschlag dauert schwächer noch fort, ohne längere Zeit den Blutlauf unterhalten zu können, und die zur Unterhaltung der Circulation nöthige Stärke der Herzbewegung lässt sich durch künstliche Respiration nicht erwecken. Die theilweise und in Pausen aufeinander folgende Zerstörung des Rückenmarkes unterhält die Herzbewegung länger als die plötzliche Zerstörung.

Der Kreislauf des Blutes hört auch auf, wenn man nur den untern Theil des Rückenmarkes durch Einstossen eines Griffels vernichtet. Auch dann wird er durch künstliche Respiration nicht wieder erregt.

Aus diesen Versuchen schloss Legallois, dass der Nerveneinfluss auf die Herzthätigkeit von dem Rückenmarke ausgehe, und zwar nicht von einem bestimmten Theile des Rückenmarkes, sondern von dem ganzen Rückenmarke. Wenn diess wahr ist, schloss Legallois, so wird nach Zerstörung eines Theiles des Rückenmarkes die Nervenkraft des unversehrten Theiles nicht mehr hinreichen, das Herz zur Bewegung der ganzen Masse des Blutes zu erregen. Allerdings wird sie aber hinreichen, bei künstlichem Athmen das Blut durch einen Theil des Gefässsystems zu treiben. Legallois schloss weiter, dass, wenn man nach partieller Zerstörung des Rückenmarkes den Weg des Blutes durch das ganze Gefässsystem, durch Unterbindung einzelner Gefässe einschränke, der Blutlauf in diesen eingeschränkten Theilen noch unterhalten werden könne. Und lege man die Ligatur immer näher dem Herzen an, so würde man einen immer grössern Theil des Rükkenmarkes ohne Unterbrechung des Kreislaufes zerstören können. Legallois unterband an Kaninchen die Aorta in der Gegend der Lendenwirbel, und zerstörte das Lendenmark. In anderen Fällen schnitt er den Kopf ab, als er die Carotiden und Jugularvenen unterbunden, und zerstörte das Halsmark, indem er den Blutlauf durch die künstliche Respiration unterstützte, und in noch grausameren Versuchen nahm er die ganze untere Hälfte des Körpers weg, nachdem er die grossen Gefässe unterbunden. In allen Fällen dauerte der Kreislauf zwischen dem Herzen und den Ligaturen längere und kürzere Zeit fort, und in manchen Fällen, nach Legallois Aussage, noch länger als $\frac{3}{4}$ Stunden.

Aus diesen Versuchen schloss Legallois, dass der Nervus sympathicus nicht unabhängig sey, dass er nicht bloss mit dem Rückenmarke zusammenhänge, sondern von ihm entspringe, und dass es der eigenthümliche Charakter dieses Nerven sey, alle Theile, in welchen er sich verbreitet, unter den Einfluss der motorischen Kraft des ganzen Rückenmarkes zu setzen. Das berichterstattende Comité glaubte, dass diese Versuche alle Schwierigkeiten lösen, die sich früher über die Bewegungen des Herzens erhoben haben, wie namentlich, warum das Herz dem Einflusse

der Leidenschaften unterworfen sey, warum es nicht dem Willen gehorche, warum die Circulation in den hirnlosen Missgeburten oder Acephalen bis zur Geburt fortdauere.

Dass indessen Legallois Versuche nicht das ganze Verhältniss zwischen Gehirn, Rückenmark und dem sympathischen Nerven aufgeklärt haben, ist durch Wilson Philipp's Versuche gezeigt worden. *Untersuchungen über die Gesetze der Functionen des Lebens. Stuttg.* 1822. Wird ein Thier durch einen Schlag auf den Hinterkopf der willkührlichen Bewegung und der Empfindung beraubt, so hört die Respiration auf, die Herzbewegung dauert aber noch fort, und kann durch künstliche Respiration noch lange unterhalten werden. Wird nun das Rückenmark und Gehirn ganz entfernt durch Ausschneiden, so schlägt das Herz dennoch fort, aber schwächer als gewöhnlich. Auch wenn das Rükkenmark und Gehirn mit einem heissen Stabe zerstört wird, dauert in der Regel die Bewegung des Herzens fort. Philip schliesst hieraus das Gegentheil der Resultate von Legallois, nämlich dass die Thätigkeit des Herzens dem innern Grunde nach unabhängig sey von Gehirn und Rückenmark. Aber beide Organe, Gehirn und Rückenmark haben gleichwohl nach Philip's Versuchen einen grossen Einfluss auf die sympathischen Affectionen des sympathischen Nerven und des Herzens.

Philip sah, dass, wenn er Weingeist auf das blossgelegte Gehirn oder auf das Rückenmark aufträufelte, die Bewegung des Herzens sich vermehrte, deutlicher, wenn der Weingeist auf den Halstheil des Rückenmarkes, schwächer, wenn er auf den Lumbaltheil applicirt wurde. Opium und Tabaksabsud wirkten ebenso. Die reizende Wirkung trete bei dem Opium und Tabak vor der narcotischen ein, denn allmählig werden nun die Bewegungen des Herzens langsamer. Diese Reize wirken durch das Gehirn und Rückenmark noch immer auf die Eingeweide, wenn sie durch Gehirn und Rückenmark keinen Einfluss mehr auf die willkührlichen Muskeln haben. (Von allem diesem sah Marshall Hall das Gegentheil. Weder Opium noch Weingeist brachten Beschleunigung hervor, und Opiumvergiftung vernichtete bei dem Starrkrampfe auch den Kreislauf.) Das Herz steht nach Philip mit allen Theilen des Gehirns und Rückenmarkes in Relation, gewisse willkührliche Bewegungen aber nur mit gewissen Theilen des Gehirns und Rückenmarkes. Philip hat auch gezeigt, dass der Einfluss des Gehirns und Rückenmarkes auf den N. sympathicus und die Eingeweide sich ganz verschieden zeigt nach der Art der Verletzung. Wird das Gehirn zerstört durch Ausschneiden einzelner Theile, oder das ganze Gehirn entfernt, wird das Rückenmark mit einem heissen Stabe langsam zerstört, so schlägt das Herz nach wie vor noch geraume Zeit schwächer; allein die Herzthätigkeit ist gebrochen, wenn die Zerstörung schnell und wie zerschmetternd geschieht. So wenn das Gehirn eines lebenden Frosches mit einem Hammer zerschmettert wird, so reagirt das Herz nur schwach und langsam mehr, es liegt halbe Minuten still. Wird nun das Rückenmark schnell und gewaltsam zerstört, so ist die Bewegung wieder für eine Zeitlang erloschen. Nachher sam-

melt sich die Contractionskraft wieder. Clift sah das Herz der Karpfen nach Zerstörung des Rückenmarkes noch 11 Stunden schlagen.

Flourens schliesst nach seinen Versuchen an Fischen, dass die Thätigkeit des Herzens nur vom Athmen abhänge, und dass sie aufhöre durch Aufhebung der Athembewegungen bei Verletzung der medulla oblongata, von welcher die Athembewegungen abhängen, dass bei Fischen, deren Athembewegungen allein von der medulla oblongata abhängen, und nach Verletzung des Rückenmarkes deswegen fortdauern können, auch der Kreislauf deshalb fortdaure. Dagegen hat Marshall Hall (*an essay on the circulation. Lond.* 1831.) bei Fischen auch nach Zerstörung der medulla oblongata den Kreislauf sehr lange fortdauern gesehen. Marshall Hall lässt indess das Herz immer in einer bedingten Abhängigkeit vom Rückenmarke und Gehirn seyn. Vergl. Treviranus *Biol.* 4. 644., Clift *Phil. Trans.* 1815., Wedemeyer *Physiol. Unters. über das Nervensystem und die Respiration. Hannov.* 1817. Nasse in Horn's *Arch.* 1817. 189. Flourens *Versuche über die Eigenschaften und Verrichtungen des Nervensystems. Leipz.* 1824. Eine ausführliche Prüfung von Legallois Versuchen, und eine lichtvolle Darstellung der ganzen Streitfrage hat Nasse gegeben. Nasse *Untersuch. zur Lebensnaturlehre. Halle* 1818. Vergl. Lund *Physiol. Resultate der Vivisectionen neuerer Zeit. Kopenh.* 1825. 162.

Fasst man die Resultate von Legallois, Wilson u. A. mit den schon bekannten Thatsachen zusammen, dass das ausgeschnittene Herz, besonders bei Amphibien und Fischen, noch lange fortschlägt, dass deprimirende Affectionen des Nervensystemes die Kraft des Herzschlages schwächen, und dass mit der nervösen Ohnmacht auch Schwächung des Kreislaufes verbunden ist, so folgt:

1) Dass Gehirn und Rückenmark einen grossen Einfluss auf die Bewegung des Herzens haben, dessen Bewegungen beschleunigen, verlangsamen, schwächen und verstärken können.

2) Dass die Herzbewegung aber nach der einfachen Trennung des Rückenmarkes und Gehirns vom Körper noch eine Zeitlang fortdauert (nach Flourens bei Kaninchen mit Pulsation der Carotiden unter künstlicher Respiration über eine Stunde), dass die Herzbewegungen aber viel schwächer sind, und der Kreislauf nicht vollständig längere Zeit unterhalten wird.

3) Dass die Bewegung des Herzens auch beim Herausschneiden des Herzens, also bei der Trennung desselben von dem grössten Theile des N. sympathicus nicht sogleich aufhört.

Rückenmark und Gehirn stehen nicht zu dem Herzen in einem solchen Verhältnisse, dass die Entfernung der ersteren gerade das Princip der Bewegungen in dem Herzen aufhebt; die Herznerven können noch einen Theil des belebenden Einflusses enthalten, selbst derjenige Theil derselben, der noch in einem ausgeschnittenen Herzen enthalten ist. Aber Gehirn und Rückenmark müssen gleichwohl als eine Hauptquelle des Nerveneinflusses überhaupt angesehen werden, ihre Vernichtung schwächt das Herz in hohem Grade, so dass es zwar noch lange sich bewegt, aber nicht mit der zur Unterhaltung des Kreislaufes nothwendigen vollständigen Kraft. Wenn es ein Mittel giebt, den Grad die-

ser Abhängigkeit zu messen, so ist es das von Nasse angewendete. Er maass die Höhe des Blutstromes aus einer durchschnittenen Arterie im normalen Zustande, zerstörte hierauf das Rükkenmark oder einzelne Theile desselben, und fand nun, dass der Blutstrom nach einigen Minuten in einem der Verletzung angemessenen Grade abgenommen hatte. Auf jeden Fall ist aber der Nervus sympathicus vom Gehirn und Rückenmarke durchaus nicht in der Abhängigkeit wie die Cerebrospinalnerven. Diess geht allein schon aus der Beobachtung hervor, dass bei Fischen sich die Contractionen des Herzens nach Zerstörung des Gehirns und Rückenmarkes selbst noch einen halben Tag lang erhalten.

Eine noch grössere Unabhängigkeit vom Gehirn und Rückenmarke scheint die Blutbewegung bei hirn- und rückenmarklosen Missgeburten zu haben. Allein wir besitzen über diese Monstra noch nicht hinreichende anatomische Kenntnisse, um sie auf eine entscheidende Art zur Lösung der schwebenden Frage anzuwenden. Bei den hemicephalen Missgeburten wird das Gehirn meist durch Gehirnwassersucht zerstört, und dieselbe Krankheit kann auch das Rückenmark zerstören.

Bei den kopflosen Missgeburten fehlt in der Regel (nicht immer) auch das Herz, und die Gefässe bestehen in der Regel nur aus zwei Gefässsystemen, welche nicht durch die Stämme, sondern durch die Capillargefässe zusammenhängen, so dass die Nabelgefässe Zweige dieser Stämme sind. Tiedemann *Anatomie d. kopfl. Missgeburten. Landsh.* 1813. Nur in dem Winslow'schen Falle (Tiedem. *p.* 71.) hing die Nabelvene mit dem Arterienstamme zusammen, wie beim Embryo das Herz eine gleiche Umbiegung des Venenstammes in den Arterienstamm ist. Es ist nicht anzunehmen, dass bei den acephalen Missgeburten ohne Herz nicht noch ein Kreislauf stattgefunden habe. Eine Stelle der Gefässstämme selbst kann hier durch Zusammenziehung das Herz ersetzt haben, wie denn das Herz bei dem Embryo in frühester Zeit nicht von der Form eines Gefässes abweicht. Wenn nun ein Kreislauf stattfand, so konnte er ohne Gehirn die längste Zeit bestehen, ja da auch das Rückenmark in einigen dieser Fälle fehlte, so scheinen diese Monstra den Beweis zu liefern, dass der Kreislauf des Blutes in ihrem doppelten Gefässsysteme ohne den Einfluss des Gehirns und Rückenmarkes geschehen kann, und also die contractilen Theile der Eingeweide, die vom sympathischen Nerven versehen sind, von dem Gehirn und Rückenmarke ganz und gar unabhängig seyn können.

Brachet (*recherches expérimentales sur les fonctions du système ganglionaire. Paris* 1820.) hat die Fälle von Acephalis gesammelt, bei denen auch das Rückenmark ganz fehlte. Vergl. Meck. *pathol. Anat. I.* Elben *de acephalis. Berol.* 1821. Besonders merkwürdig ist der Fall von Ruysch (*thesaur. anat. IX. p.* 17. *Tab.* 1. *fig.* 2.), wo freilich an dem Mutterkuchen eines wohlgebildeten Foetus eine untere Extremität hing. Eine Frucht, die fast aus einer blossen Extremität bestand, an einem Nabelstrange hing, und Gefässe, Arterien und Venen, und einen kurzen Stumpf von Rük-

kenmark enthielt, hat EMMERT (MECK. *Arch.* 6.) beschrieben. Vgl. den ähnlichen Fall HAYN *monstri unicum pedem referentis descriptio anatomica. Berol.* 1824. In mehreren Fällen hat die Erklärung des Kreislaufes in der Missgeburt ohne Herz und Rückenmark keine Schwierigkeit, wenn die Gefässe des Monstrums bloss Zweige der Gefässe des Nabelstranges eines andern gesunden Foetus sind, wie in RUDOLPHI's Fall, von einem Monstrum, das aus einem blossen Kopf bestand (*Abhandl. d. Akad. zu Berl.* 1816.). Eben so in dem von mir beobachteten, ganz ähnlichen Fall von einem Kopf, der durch eine Arterie und Vene mit den Nabelgefässen eines vollständigen Kindes zusammenhing. MUELLER's *Archiv* 1834. 179. Vergl. den Fall des rudimentären Monstrums, das GURLT (*pathol. Anat.* 2. *Bd. tab.* 16. *fig.* 1—4.) abbildet. RUDOLPHI erklärt den Kreislauf der übrigen herzlosen Monstra so, dass das Blut der Mutter vom Mutterkuchen durch die Nabelvene zum Foetus gelangt, die sich in ihm gleich einer Arterie vertheilt, und dass die Arterien des Foetus das Blut zum Nabel und Mutterkuchen zurückbringen. *Encyclop. Wörterbuch der med. Wissensch. I.* 226. Diese Erklärung ist aber sehr gewagt, da die Gefässe des Foetus oder Mutterkuchens nicht eigentlich mit den Gefässen des Uterus zusammenhängen.

Dass der sympathische Nerve beim Embryo zuerst entstehe, ist eine sonderbare, bloss hypothetische Behauptung von ACKERMANN. Auch ist es zu tadeln, dass der sehr verdiente ROLANDO die erste Spur der Rückenwirbel beim Vogelembryo zur Seite des Rückenmarkes für Ganglien des N. sympathicus erklärt.

Nicht allein Gehirn und Rückenmark, sondern der Lebenszustand aller Organe, und dadurch der ganze Organismus, wirken durch die begleitenden Nerven der Blutgefässe auf den Sympathicus zurück, und bestimmen seine ihm eigenthümliche motorische Kraft zur Wirkung. Die beständige Quelle der Zusammenziehung des Herzens ist daher primo loco die motorische Kraft des Nervus sympathicus. Aber die Ursache für die Erhaltung der letztern, und ihre Erregung ist nicht allein Gehirn und Rückenmark, sondern sind wahrscheinlich die Lebensreize aller Organe, welche durch die Gefässnerven auf die Centraltheile des Sympathicus zurückwirken. Hierdurch wird es möglich, dass eine örtliche Krankheit kranke Gemeingefühle im ganzen Körper erregt, und jede heftige örtliche Krankheit den Herzschlag und Puls verändert.

Die Veränderungen, welche die feinsten Wurzeln des Sympathicus in irgend einem Theile durch örtliche heftige Krankheiten erleiden, und die Rückwirkung dieser Veränderung auf die Centraltheile des Nervus sympathicus, die Herznerven und Geflechte, so wie auf das Gehirn und Rückenmark, scheinen eine Hauptrolle in jenen Erscheinungen zu spielen, die wir Fieber nennen.

Ueber den Einfluss der einzelnen Regionen des Nervus sympathicus auf die Thätigkeit des Herzens hat man noch keine Beobachtungen. Man weiss nur, dass in 13 Versuchen von POMMER die Durchschneidung des Sympathicus am Halse überhaupt

gar keine erhebliche Folge hatte. v. POMMER's *Beiträge zur Natur- und Heilkunde. Heilbronn* 1831.

Da mehrere Hirnnerven mit dem N. sympathicus in inniger Verbindung stehen, und da insbesondere der N. vagus an der Zusammensetzung der Herzgeflechte wesentlichen Antheil hat, so wäre es sehr wünschenswerth, auch den Einfluss dieser Nerven auf die Thätigkeit des Herzens zu kennen. EMMERT bemerkte nach Durchschneidung des N. vagus nur eine geringe Störung im Kreislaufe. BICHAT und LEGALLOIS erklären mit Recht, dass die Veränderungen in dem Herzschlage nicht mit Sicherheit der Durchschneidung des Nerven zugeschrieben werden können, da sie eben so gut von Schmerzen und Furcht herrühren können, und dass sie keinesfalls bedeutend sind.

## *IV. Capitel.* Von den einzelnen Theilen des Gefässsystems.

### a. Von den Arterien.

Die mittlere Arterienhaut besteht aus kreisförmigen platten Fasern und Faserbündeln, welchen die Arterien ihre grosse Elasticität verdanken, d. h. ihre Fähigkeit nach vorheriger Ausdehnung wieder sich zu verengern, eine Eigenschaft, die ihrem Gewebe physicalisch zukömmt, und auch nach dem Tode noch längere Zeit bis zur Zersetzung in ihnen bleibt. Dieselbe Faserhaut, die man wohl von Muskelfasern unterscheiden muss, ist die Ursache, dass die Arterien auch im leeren Zustande nicht collabiren, sondern walzenförmig bleiben, und dass sie der grössern oder geringern Anfüllung sich anpassen. Von den Muskelfasern unterscheidet sich dieses nur den Arterien, nicht den Venen zukommende Gewebe auch in chemischer Hinsicht, wie BERZELIUS gezeigt hat. Die Muskelsubstanz ist weich und schlaff, und enthält mehr als $\frac{3}{4}$ ihres Gewichtes Wasser. Die Arterienfaser ist trokken und sehr elastisch, Muskelsubstanz verhält sich chemisch wie Faserstoff des Blutes, ist auflöslich in Essigsäure, schwer löslich in Mineralsäuren, mit denen sie schwer auflösliche Verbindungen bildet. Die Arterienfaser ist unauflöslich in Essigsäure, aber leicht auflöslich in Mineralsäure, und diese Auflösung wird weder von Alcali noch von Cyaneisenkalium gefällt, was geschehen müsste, wenn sie Faserstoff enthielte. Diese Kenntniss ist wichtig für die Untersuchung der Bewegung des Blutes in den Arterien.

*Vom Puls.*

In den Arterien fliesst das Blut mit stossweise verstärkter Geschwindigkeit, die Gewalt seines Stromes vermehrt sich mit jeder neuen, durch die Contraction des Ventrikels in die Aorta getriebenen Blutwelle. So sah HALES das Blut in der in eine Arterie gebrachten Röhre bei jedem Pulsschlage um 1 oder einige Zoll steigen. Da nun das Blut der Arterien durch die Haargefässe wegen des Widerstandes, den es in diesen engen Röhren erleidet, nicht so schnell entweichen kann, als es in die Arterien getrieben wird, so übt das Blut in den Arterien gegen ihre elastischen

Wände einen Druck aus, wodurch es wie jede comprimirte Flüssigkeit nach allen Richtungen auszuweichen strebt. Diesen Druck des Blutes auf die Arterienwände bei der Contraction der Ventrikel fühlt man an ihnen als Puls. Der Puls der Arterien ist also im Allgemeinen synchronisch mit der Zusammenziehung der Ventrikel; diese letztere ist seine Ursache.

Die elastischen Wände der Arterien müssen in Folge dieses Druckes bei jedem Herzschlage ausgedehnt werden, und zur Zeit der Diastole der Ventrikel vermöge ihrer Elasticität wieder auf ihren vorigen Zustand reducirt werden. Diese Ausdehnung der Arterien kann in der Länge und in der Breite erfolgen, und sie erfolgt in der That in beiden Richtungen, aber in der Länge viel merklicher als in der Breite. Die Arterien werden im Momente des Pulses der Länge nach ausgedehnt, und deshalb verschieben sie sich und schlängeln sich und strecken sich wiederum zur Zeit der Ruhe des Ventrikels; sie werden aber auch im Momente des Pulses ein wenig in der Dimension der Breite ausgedehnt. Die Ausdehnung in die Breite ist von Rudolphi, Lamure, Arthaud, Parry und Doellinger geläugnet worden. Dagegen haben sie Bichat, v. Walther, Tiedemann, Meckel, Hastings, Magendie und Wedemeyer gesehen. Die Erweiterung der Arterien im Puls muss jedenfalls kleiner seyn, da sie nicht immer gleich deutlich wahrgenommen und von mir selbst nur zuweilen deutlich gesehen wurde. Dass sie aber existirt, davon kann sich jeder Beobachter an der ganzen Verzweigung der arteria pulmonalis beim Frosche überzeugen, wo man nicht allein die Schlängelung der Arterien, sondern auch ihre Erweiterung gleich deutlich sieht. Ausserdem habe ich die Erweiterung der aorta abdominalis beim Frosche und einmal vollkommen deutlich beim Kaninchen gesehen. Vergl. E. H. Weber *Anatomie T.* 3. *p.* 67. Poiseuille (Magendie *Journ. T.* 9. *p.* 44.) hat durch einen ingeniösen Versuch sogar die Grösse der Erweiterung an den Arterien gemessen. Er entblösste die carotis communis eines lebendigen Pferdes auf 3 Decimeter, und schob eine offene Röhre von weissem Blech, die durch ein schmales Deckelstück verschliessbar war, darunter. Mit diesem Stücke verschloss er die Röhre wieder, verschloss die Enden mit Wachs und Fett; den innern Raum der Röhre um die Arterie herum füllte er durch eine in die Röhre eingesetzte Glasröhre von aussen mit Wasser an. Bei jedem Pulsschlage stieg das Wasser in der 3 Millimeter weiten Glasröhre um 70 Millimeter, und fiel um eben so viel jedesmal darauf. Das eingeschlossene Stück Arterie war 235 Millim. lang, und nahm 2106 Quadratmilim. Raum ein; da es nun durch jeden Pulsschlag 3mal 70 = 210 Quadratmillim. an Umfang zunahm, so folgt, dass es ungefähr um $\frac{1}{11}$ seines Raumes ausgedehnt wurde.

Man nimmt gewöhnlich an, dass der Puls in allen Arterien bei verschiedener Entfernung vom Herzen gleichzeitig sey. Weitbrecht, Liscovius und E. H. Weber (*Adnotat. anatom.*) haben indess das Gegentheil gezeigt, und in der That ist es leicht, sich vom Gegentheil der Behauptung von Bichat zu überzeugen. Die

Arterien pulsiren in der Nähe des Herzens isochronisch mit der Contraction des Ventrikels, denn der pulsus cordis ist die *Zusammenziehung* der Ventrikel, der pulsus arteriarum aber die hierdurch und durch den Druck des Blutes bewirkte Ausdehnung der Arterien. Allein bei grösserer Entfernung vom Herzen ist der Puls der Arterien nicht mehr ganz synchronisch mit dem Herzschlage, und variirt davon nach WEBER um $\frac{1}{6}$ — $\frac{1}{7}$ Secunde. So ist der Puls der art. radialis schon um etwas später als der Puls der carotis communis. Der Puls der maxill. ext. dagegen, bei ungefähr gleicher Entfernung vom Herzen, isochronisch mit dem Puls der art. axillaris. Der Puls der art. metatarsea auf dem Fussrücken um etwas später als der Puls der maxill. ext. und der Puls der carotis comm. E. H. WEBER hat in der Abhandlung (de pulsu non in omnibus arteriis plane synchronico) die Ursachen dieses Zeitunterschiedes gezeigt. Wäre das Blut von ganz festen Röhren eingeschlossen, deren Wände keiner Ausdehnung fähig wären, so würde sich der Stoss des von der Herzkammer in die Arterien getriebenen Blutes bis zu den Enden der Blutsäule mit derselben Schnelligkeit fortpflanzen, mit welcher der Schall durch diese Flüssigkeit sich fortpflanzt (d. h. viel schneller als der Schall in der atmosph. Luft); dann würde der Druck des Blutes mit einem ganz unmerklichen Zeitverlust bis zu den Enden der Arterien sich fortpflanzen. Da aber die Arterien einiger Ausdehnung in die Breite und noch grösserer in die Länge fähig sind, so bewirkt die Zusammendrückung des Blutes vom Herzen aus zunächst nur die Ausdehnung der nächsten Arterien. Worauf diese durch ihre Elasticieität sich wieder zusammenziehen, und so die nächsten Forsetzungen der Arterien durch das comprimirte Blut ausdehnen, die auch wieder durch ihre Zusammenziehung die nächsten Theile ausdehnen und so weiter, so dass ein, wenn auch noch so kleiner Zeitraum verstreicht, ehe die Welle, d. h. die successive Zusammendrückung des Blutes, Erweiterung und Verengerung der Arterien bis zu den entfernten Arterien gelangt. WEBER vergleicht diess mit der Fortpflanzung der Wellen, die ein in einen See geworfener Stein bewirkt. Auch diese Wellen pflanzen sich nicht mit der Schnelligkeit des Schalles fort. Die Schnelligkeit dieser Fortpflanzung ist vielmehr nach den Versuchen der Gebrüder WEBER (*Wellenlehre. Leipz.* 1825. *p.* 188.) in einem 23 Zoll tiefen Wasser $5\frac{1}{4}$ Par.' Fuss in einer Secunde. BICHAT verwechselte die Bewegung der Wellen in einem Flusse mit seiner Strömung, und glaubte, der Puls rühre nicht von den fortschreitenden Wellen, sondern von dem allem Arterienblute zu gleicher Zeit mitgetheilten Stoss her. Die Bewegung der Wellen hängt aber immer von der durch Stoss bewirkten fortgepflanzten Oscillation, niemals von der Strömung ab, so dass das Wasser einer Welle sich hebt und senkt, aber an seinem Orte bleibt, während die Welle und Oscillation weiter fortschreitet, die also beständig in anderen Theilen Wassers stattfindet. Daher auch die leichtesten Körper auf den Wellen sich zwar heben und senken, aber bei dem Fortschreiten der Wellen an ihrem Orte bleiben.

Zur Fortpflanzung des Pulses wird eine continuirliche Blut-

säule erfordert; wären die Arterien an einzelnen Stellen leer, so würde, wie WEBER schliesst, die Fortpflanzung des Pulses viel langsamer seyn oder ganz unterbrochen werden. Denn von Blut leere Stellen der Arterien müssten erst vom Strome des Blutes gefüllt werden, ehe der Stoss sich fortpflanzen könnte, und der Strom des Blutes ist doch jedenfalls viel langsamer als die Fortpflanzung des Stosses. Daher leitet es WEBER ab, dass der Puls in einer aneurysmatischen Arteriengeschwulst mit dem Herzschlage und dem Puls anderer Arterien nicht synchronisch ist. Denn das Coagulum im aneurysmatischen Sacke oder nicht ganz mit Blut gefüllte Räume desselben können ein Hinderniss der Fortpflanzung des Stosses seyn. Nach allem diesem ist der Puls der Arterien *die Wirkung der fortgepflanzten Oscillation in den Arterienhäuten und dem Blute der Arterien, welche ihre Ursache in dem Drucke des Blutes vom Herzen aus hat.* WEBER *adnotat. anatom. et physiol. prolus. I.*

WEBER hat noch weitere sehr nützliche Bemerkungen über den Nutzen der elastischen Haut der Arterien mitgetheilt. In dem Zeitraum von einem Herzschlage zum andern rückt das Blut in der Aorta nur um so viel weiter, als das vom Herzen ausgeflossene Blut Raum in dem ersten Stücke der Aorta einnimmt, d. h. einige Zoll. Die elastische Haut der Arterien bewirkt aber durch ihren beständigen Gegendruck, dass das Blut nicht bloss absatzweise, sondern ununterbrochen vorwärts gedrückt wird; das Blut fliesst aus einer geöffneten Arterie ununterbrochen, und der Strom wird nur in den grösseren Arterien während jedes Herzschlages augenblicklich verstärkt, eine Verstärkung, die um so weniger merklich ist, je kleiner die spritzenden Arterien sind. WEBER bemerkt, dass das Herz einige Aehnlichkeit mit den Feuerspritzen habe, dass aus ihm die Flüssigkeit durch periodisch wiederholte Stösse ausgetrieben wird. Der Zweck beider Instrumente erfordert es aber, dass die Flüssigkeit ununterbrochen ausströme, diess ist in beiden dadurch bewirkt, dass bei jedem Drucke dieser Pumpenwerke nicht nur die Flüssigkeit fortgestossen, sondern auch ein elastischer Körper gespannt wird, welcher auf die Flüssigkeit zu drücken und sie auszutreiben fortfährt, während das Pumpenwerk selbst nicht drückt. Dieser elastische Körper ist bei den Arterien die elastische Wand derselben, bei den Feuerspritzen die in ihrem Windkessel über dem Wasser befindliche Luft. WEBER *l. c. de utilitate parietis elastici arteriarum. Anatomie* 3. *p.* 69. (Es ist eben so mit dem Regulator der Gebläse.) Bei Verknöcherung verliert sich diese Elasticität, daher die Anlage zu Schlagfluss, Gangrän etc.

Durch ihre Elasticität besitzen die Arterien die merkwürdige Fähigkeit um so enger zu werden, je weniger sie Blut enthalten, und, wie beim Blutflusse aus durchschnittenen Arterien, austreiben können. Wenn eine Arterie durchschnitten ist, so wird der Blutstrom allmählig immer kleiner. Bei einem Pferde, das HUNTER zu Tode bluten liess, fand er, dass die Aorta um mehr als $\frac{1}{10}$, die Iliaca $\frac{1}{6}$, die Cruralis $\frac{1}{3}$ sich im Durchmesser verengerten, und dass Arterien von der Dicke der art. radialis im Menschen

bis zum Schliessen sich verengten. Abernethy *physiol. lect.* 224. Je stärker die Kraft des Herzschlages ist, um so mehr werden die Arterien ausgedehnt, und um so mehr Blut ist in ihnen im Verhältniss zu den Venen enthalten; je schwächer der Herzschlag ist, um so mehr kann die Elasticität der Arterien dem Antriebe des Blutes das Gleichgewicht halten, um so enger sind die Arterien und um so weniger Blut enthalten sie im Verhältniss zu den Venen. Diese Folge tritt vor dem Tode ein, daher zum Theil die Blutleere der Arterien nach dem Tode; sie sind eigentlich grossentheils nicht ganz leer, sondern viele enthalten so viel Blut, als sie im verengtesten Zustande zu fassen vermögen. Bei einer Vivisection kann eine unverletzte Arterie ihren Durchmesser allmählig verkleinern, wie Parry, Tiedemann und auch ich gesehen haben. Diess braucht man aber weder von dem Reize der Luft noch überhaupt von der vitalen Contractilität der Arterien abzuleiten, sondern es ist eine nothwendige Folge von der verminderten Kraft des Herzens.

Die älteren Schriftsteller und mehrere neuere haben die nach der Ausdehnung der Arterien erfolgende elastische Zusammenziehung der Arterien fälschlich für einen Muscularact, und die Fasern der Arterienhaut für Muskelfasern gehalten, wovon sie sich, wie Berzelius gezeigt hat, in jeder Hinsicht unterscheiden. Die Fähigkeit, sich nach der Ausdehnung zusammenzuziehen, behalten die Arterien noch lange nach dem Tode, Tage lang, und die stossweise in die Arterien gestorbener Thiere getriebenen Flüssigkeiten bieten dieselben Erscheinungen des Pulses und der darauf folgenden Zusammenziehung dar, wie im lebenden Körper. Man hat für die nicht existirende Muscularcontractilität verschiedene Gründe aus der vergleichenden und pathologischen Anatomie beigebracht, welche gar nichts beweisen. Allerdings ziehen sich das gefässartige Herz der Insecten und die Hauptgefässstämme, nicht einmal alle Gefässstämme der Würmer, wie bei den Blutigeln, durch Muskularcontraction zusammen. Allein diess sind eben die Herzen jener Thiere, und es lässt sich zeigen, wie das Herz bei den niederen Thieren immer mehr die Form eines länglichen Schlauches annimmt, wie es denn bei dem Embryo in frühester Zeit nur ein erweiterter Theil des Gefässsystems ist. Das Herz ist daher in der Thierwelt überhaupt nur der mit Muskelsubstanz bekleidete und contractile Theil des Gefässsystems, der bald kurz, bald lang ist. Man hat auch für die Muscularcontractilität der Arterien die kopflosen Missgeburten angeführt, bei denen das Herz fast regelmässig fehlt, und deren Circulationssystem aus zwei Gefässsystemen besteht, die an zwei verschiedenen Stellen, nämlich in der Placenta und in den Organen des Körpers, durch Capillargefässe zusammenhängen, allein hier ist wohl das Herz auf die einfache Schlauchform reducirt; in manchen Fällen sind auch die Gefässe des Acephalen nur Aeste der Nabelgefässe eines zweiten vollständigen Embryo. Vergl. p. 187. Der bulbus aortae der Fische und der nackten Amphibien zieht sich allerdings ganz deutlich zusammen, was Spallanzani, Wedemeyer und ich bei Fröschen und Salamandern gesehen, und ich habe auch selbst den

bulbus aortae der Frösche an der abgeschnittenen Aorta noch sich ganz vollkommen und so deutlich wie das Herz selbst zusammenziehen gesehen. Allein dieser Theil ist von der Aorta ganz verschieden, gehört zum Herzen und ist jenen Thieren, welche durchs ganze Leben oder in der Jugend einen Kiemenkreislauf haben, eigenthümlich. Man sieht hier gerade ganz deutlich, dass die Aorta der Frösche über dem deutlich musculösen Bulbus während der Contraction des letztern keine Spur von Contractilität besitzt, und es ist vollkommen unrichtig, wenn Spallanzani (*de' fenomeni della circolazione, Modena* 1773.), der sonst gegen die Muscularcontractilität der Arterien streitet, behauptet, die aorta descendens der Salamander bewege sich ausgeschnitten noch fort. Marshall Hall wollte bei dem Frosche und der Kröte eine auch nach Entfernung des Herzens noch pulsirende Arterie gefunden haben, die über dem grossen Querfortsatze des dritten Wirbels hergehen soll. Diese Beobachtung ist indess fehlerhaft. An dieser Stelle habe ich allerdings ein eigenes pulsirendes Lymphherz gefunden, das aber mit keiner Arterie, wohl aber mit einer Vene zusammenhängt. Siehe Abschn. 3. Cap. 2. Die oscillirende Bewegung des Blutes nach Unterbindung der Aorta des Frosches, wobei das Blut unregelmässig bald eine Strecke vorwärts rückt, bald wieder zurücktritt, ist auch kein Beweis für Muscularcontraction der Arterien, obgleich es Hall dafür anführt. Diess hängt ganz von der fortdauernden Elasticität der Arterien und von mechanischen Hindernissen ab. Die vena cava der Fische besitzt nahe am Herzen Muscularcontractilität, und zieht sich nach Nysten auf galvanischen Reiz zusammen. Nysten *l. c. p.* 351. Diess sah auch Wedemeyer bei warm- und kaltblütigen Thieren. *l. c. p.* 47. Nach meinen Beobachtungen ist diess vollkommen richtig; ich sah die Stämme der untern und der beiden oberen Hohlvenen des Frosches, der Lungenvenen und Hohlvenen bei jungen warmblütigen Thieren ohne Reizung sich deutlich rhythmisch contrahiren und die Venenstämme des Frosches sich auch nach abgeschnittenem Herzen und Vorhof rhythmisch zusammenziehen; aber die übrigen Venen zeigen keine Spur von Contractilität, weder ungereizt noch gegen galvanischen Reiz, und wenn Flourens regelmässige Contractionen der Hauptvenenstämme des Unterleibes beobachtet hat, so rühren diese wohl offenbar von den von mir entdeckten Lymphherzen des Frosches her, welche die Lymphe in die venae jugulares und ischiadicae hineinpumpen. Das Caudalherz des Aals am Ende der vena caudalis ist contractil, aber die Vene selbst durchaus nicht. So scheinen auch die Arterien der Brustflossen der Chimaeren nach Duvernoy, und der Zitterrochen nach J. Davy accessorische Herzen zu haben. Man hat für die Muscularcontractilität der Arterien den Umstand angeführt, dass der Puls an den gleichnamigen Gliedern zuweilen an Stärke verschieden ist, wie in Lähmungen; allein hier sind andere örtliche Ursachen vorhanden, und diess kann erklärt werden. In gelähmten Gliedern ist die Wechselwirkung zwischen Blut und Substanz vermindert, sie sind schlaff und welk, und oft weniger ernährt. Dagegen die vermehrte Wechselwirkung zwischen Sub-

stanz und Blut in activen Congestionen einen grössern Zufluss des Blutes und stärkern Puls durch verstärkte organische Affinität bewirkt. In entzündeten Theilen wird der Puls stärker gefühlt, bei der Anhäufung des Blutes und dem gehemmten Durchgange durch die Capillargefässe. Dass aber der Puls in verschiedenen Theilen an Frequenz verschieden sey, darüber existirt keine zuverlässige Beobachtung, und es ist unbegreiflich, wie Schriftsteller heut zu Tage ein solches Mährchen ohne Prüfung nacherzählen können.

Der Ausfluss des Blutes aus einer an zwei Stellen unterbundenen Arterie beim Anstich, ist auch nur eine Folge der elastischen Contraction der Arterien. Man hat endlich für die Muscularcontractilität der Arterien und ihren vitalen Antheil an der Bewegung des Blutes angeführt, dass die gangraena senilis vorzugsweise bei Verknöcherungen in den Arterien stattfindet. Allein Wedemeyer bemerkt, dass die gangraena senilis zuweilen ohne diese Verknöcherungen, und die Verknöcherungen ohne gangraena senilis vorkommen, so dass die gangraena senilis noch andere Ursachen zu ihrer Entstehung erfordert, und das alte Falsum cum hoc, ergo propter hoc nichts erklärt. Siehe über Alles diess, Wedemeyer l. c. Wenn nun alle bisherigen Gründe für die Muscularcontractilität der Arterien auf nichts beruhen, so sind offenbare Gegenbeweise gegen die Contractilität derselben vorhanden.

Berzelius bemerkt mit Recht, dass die stärksten galvanischen und elektrischen Reize keine Spur von Contraction an den Arterien erregen. Nysten (*recherches de physiol. et pathol. chimiques. Paris* 1811.) stellte öfter galvanische Versuche an der Aorta kurz vorher enthaupteter Verbrecher an, bemerkte aber keine Spur von Contraction. Derselbe entdeckte keine Spur von durch Galvanismus erregter Contraction an der aorta abdominalis der Fische. Schon Bichat hatte ähnliche Resultate erhalten; dann hat Wedemeyer an vielen Thieren mit einer galvanischen Säule von 50 Plattenpaaren an den Carotiden, und an der aorta thoracica nie eine Spur von Muscularcontraction bemerkt; ich habe sehr oft den Galvanismus als Prüfungsmittel hierzu benutzt, und weder bei Fröschen mit geringen und starken galvanischen Reizen, noch bei Säugethieren, namentlich Kaninchen, mit einer Säule von 60—80 Plattenpaaren die geringste Spur von Contraction bewirken können. Man hat zwar bemerkt (Bichat, Treviranus), dass auch das Herz nicht empfänglich für den galvanischen Reiz sey, wovon Humboldt gerade das Gegentheil beobachtete. (*Ueber die gereizte Muskel- und Nervenfaser* 1797. *I.* 340.). Allein Pfaff, J. Fr. Meckel, Wedemeyer haben auf entschiedene Art diese Empfänglichkeit am Herzen bemerkt, und ich selbst habe nicht allein an dem schon ruhenden Froschherzen mit einem einfachen Plattenpaar Zusammenziehung auf der Stelle erregt, sondern auch beim Hunde, dessen Herz schon zu schlagen aufgehört hatte, durch den Reiz einer Säule von 40 Plattenpaaren auf der Stelle die lebhafteste Contraction erregt.

Der mechanische Reiz bewirkt so wenig als der galvanische

Reiz Contractionen der Arterien. Dagegen ist es nicht zu läugnen, dass manche chemische Substanzen, z. B. Mineralsäuren, salzsaurer Kalk, an den Arterien Zusammenziehungen bewirken; sie thun diess aber nur, indem sie eine chemische Veränderung in der Substanz der Arterien hervorbringen, was oft davon abhängt, dass der Substanz ein Theil ihres Wassers entzogen wird. WEBER's *Anat.* 3. Diese Veränderungen beweisen nichts für die Muscularcontractilität der Arterien. Die Reizbarkeit der Muskeln dauert bei Säugethieren nie über $\frac{3}{4}$ Stunden nach dem Tode, in der Regel viel kürzere Zeit; jene Veränderungen lassen sich aber noch Tage lang nach dem Tode, und zwar nicht allein an den Arterien, sondern auch an anderen Theilen, welche keine Muscularcontractilität haben, erzeugen, wie an der Haut. Sah doch ZIMMERMANN (*de irritabilitate. Gött.* 1751.) selbst das Fett von Schwefelsäure sich zusammenziehen. TIEDEMANN und GMELIN sahen, dass Schwefelsäure Arterien zusammenzog, die schon ein Jahr in Weingeist aufbewahrt waren. *Versuche über die Wege etc.* 68. So erzeugt auch, wie WEDEMEYER bemerkt, heisses und kochendes Wasser noch am 4. Tage in der menschlichen Haut eine der Muscularcontraction sehr ähnliche Contraction und Kräuselung, und ähnliche Zusammenziehungen kann man mit Säure in längst erstorbenen Muskelfibern, am Bauchfell, in der äussern Haut erzeugen. l. c. p. 75. Alles diess beweist, dass die meisten thierischen Theile, ohne Unterschied, ob sie Muscularcontractilität besitzen oder nicht, gegen chemische Einflüsse durch Aeusserung von chemischer Affinität im lebenden und todten Zustande Zusammenziehungen zeigen können, welche aber von der Muscularcontraction ganz verschieden sind, welche letztere nach dem Absterben der Theile nicht mehr erregt werden kann, und welche nicht allein auf chemische Einflüsse, sondern auch auf mechanische und galvanische Einflüsse deutlich und schnell sich äussert. HASTINGS hat sich in seiner Abhandlung über die Irritabilität der Arterien (*über Entzündung der Schleimhaut der Lungen, übers.* v. BUSCH. *Bremen* 1822.) getäuscht, indem er die durch chemische Mittel verursachte Zusammenziehung für Muscularcontraction hielt, und besonders auch darin, dass er die auf die Erweiterung oder den Puls der Arterien folgende Zusammenziehung derselben nicht in ihrer wahren Ursache erkannte, die als Elasticität der Arterienwände so gut in den todten und mit Flüssigkeit stossweise eingespritzten Arterien, als während des Lebens alle Phänomene erzeugt, welche man eben durch eine nicht zu rechtfertigende Annahme erklären wollte. Vergl. PARRY *über die Ursache des arter. Pulses. Hannov.* 1817.

Aus allen diesen Thatsachen folgt, dass rhythmische Muscularcontractionen der Arterien durchaus nicht bei dem Kreislaufe wirken, und dass die Verminderung des Durchmessers der Arterien nach der Ausdehnung durch den Impuls des Blutes Folge ihrer Elasticität ist. Ob die bei Blutstillung verwundeter Arterien, beim Blosslegen und beim Drehen der Arterien beobachteten Verengerungen derselben ganz nur eine Folge der Elasticität sind, oder ob eine lebendige, allmählig, nicht rhythmisch wirkende Zusammen-

ziehungskraft der Arterien (*tonus*) ausser der Elasticität mitwirke, wie Parry, Tiedemann und E. H. Weber (*Anat.* 4. 75.), (Tiedemann auch am Stamme der Lymphgefässe) annehmen, war bis jetzt zweifelhaft; Schwann hat sie aber im Mesenterium des Frosches und der Feuerkröte auf die Anwendung von kaltem Wasser wirklich beobachtet (vergl. pag. 389.). Da also diese lebendige Fähigkeit wirklich existirt, so lässt sich daraus sehr gut die theilweise Leerheit der Arterien nach dem Tode erklären, weil die Arterien dann ihre lebendige unmerkliche Contractilität, durch welche sie das Blut zuletzt noch weiter getrieben, verlieren und wieder weiter werden, worauf bloss ihre physicalische Elasticität bis zur Entmischung zurück bleibt.

Nach der bisherigen Untersuchung ist es gewiss, dass die einzige Kraft, durch welche sich das Blut in den Arterien bewegt, die Kraft des Herzens ist; es fragt sich jetzt, wie gross dieselbe ist, um die Phänomene, welche sie bewirkt, zu erzeugen, und wie sich die Kraft und Geschwindigkeit des Blutes in verschiedenen Theilen des arteriellen Systems verhält. Hales, *Haemastatik, Statik des Geblüts. Halle.* 1748. *p.* 1—41. beobachtete, wie hoch das Blut in Glasröhren stieg, die er in die Arterien eingefügt hatte; aus der A. cruralis des Pferdes stieg es 8—9 Fuss, aus der A. temp. des Schafes $6\frac{1}{2}$, bei Hunden 4—6 Fuss, während es in der Vena jug. beim Pferde nur 12—21 Zoll, beim Schafe $5\frac{1}{2}$ Zoll, bei Hunden 4—$8\frac{1}{2}$ Zoll stieg. Wir werden indess hierüber vorzüglich die genauen Untersuchungen von Poiseuille zu Rathe ziehen. Magend. *Journ.* 8. 272. Poiseuille bediente sich eines eigenen von ihm erfundenen Instrumentes. Diess besteht aus einer langen Glasröhre, welche in ihrem Anfange an einer kurzen Strecke horizontal, dann unter rechtem Winkel herabsteigt, und in ein langes Stück wieder aufsteigt. Wird Quecksilber in den herab- und aufsteigenden Theil gebracht, so nimmt es ein gleiches Niveau in beiden Schenkeln ein, und bei einer senkrechten Stellung der Schenkel ist die Höhe der Quecksilbersäule in beiden unten communirenden Schenkeln gleich. Kann nun das Blut aus einer Arterie durch den horizontalen Schenkel in den herabsteigenden Schenkel gelangen, so drückt es mit der Kraft, durch die es in den Arterien bewegt wird, auf das Quecksilber des herabsteigenden Schenkels, und das Quecksilber wird in diesem Schenkel fallen, und in dem aufsteigenden sich erheben. Reichte das Quecksilber vorher in beiden Schenkeln bis zum Abgange des Horizontalstückes der Röhre, so wird die Tiefe, zu welcher es in dem einen Schenkel fällt, summirt zur Höhe, zu welcher es in dem andern steigt, die ganze Höhe der Quecksilbersäule angeben, welche dem Drucke des Blutes das Gleichgewicht hält, wovon indess die Schwere der Blutsäule, die an die Stelle der Quecksilbersäule in den herabsteigenden Schenkel tritt, abgezogen werden muss; die mehr als 10mal kleiner ist, als eben so viel Maass Quecksilber. Poiseuille berechnet die Kraft, womit sich das Blut in den Arterien bewegt, nach Gesetzen der Hydrostatik aus der Grösse des Durchmessers der Arterie und der Höhe der Quecksilbersäule; die Kraft des in den Arterien bewegten Blutes

wird nämlich durch das Gewicht einer Quecksilbersäule gemessen, deren Basis ein Zirkel ist vom Durchmesser der Arterie, und deren Höhe die Differenz des Quecksilberstandes im Instrumente ist. Um die Gerinnung des Blutes bei dem Eindringen in die horizontale Röhre zu verhüten, wurde dieser Theil der Röhre vor dem Quecksilber mit einer Auflösung von unterkohlensaurem Kali gefüllt, was das Blut flüssig erhält. Nach Poiseuille ist der Druck eines Theilchens Blut in den grösseren Arterien gleich; sie mögen nun dem Herzen näher oder ferner, etwas grösser oder kleiner seyn, z. B. Carotis und Aorta, Carotis und Cruralis. So war die Höhe der verdrängten Quecksilbersäule an allen Arterien desselben Thieres gleich. Nach Poiseuille hält das Blut einer Arterie beim Hunde einer Quecksilbersäule von 151 Millimet. oder einer Wassersäule von $6\frac{1}{3}$ Par. Fuss, bei Rindern einer Quecksilbersäule von 161 Millim. oder einer Wassersäule von 6 Fuss 9 Zoll, bei Pferden einer Quecksilbersäule von 159 Millim., und bei jenen Säugethieren im Mittel von 156 Millim. oder einer Wassersäule von 6 Fuss 7 Zoll das Gleichgewicht.

Poiseuille sah auch vermittelst seines Instrumentes, was Haller und Magendie schon beobachtet hatten, dass die Stärke des Bluttriebes in der Exspiration, wobei die Brust mit Zusammendrückung der Gefässstämme verengert wird, vermehrt ist, so dass die Quecksilbersäule bei jeder Exspiration etwas steigt, bei der Inspiration fällt. Dieses Steigen und Fallen ist bei Arterien in verschiedener Entfernung vom Herzen gleich, und es beträgt 10—20 Millim. bei ruhiger Respiration. Diese Verstärkung des Bluttriebes durch das Ausathmen ist bei manchen Menschen besonders gross, so dass der Puls an der art. rad. bei langem anhaltendem Einathmen unfühlbar wird. In diesem Falle bin ich; ich mache auf der Stelle den Puls der art. rad. verschwinden, sobald ich nur tief inspirire und den Athem einhalte, was einiges Licht auf die Mährchen von willkürlicher Veränderung des Herzschlages wirft.

Da sich nun endlich nach Poiseuille's Versuchen ein Theilchen Blut in den verschiedensten Arterien mit gleicher Kraft bewegt, so schloss er, dass man, um die Kraft des Blutdruckes in einer Arterie von bestimmtem Caliber zu messen, nur den Umfang derselben, und die Höhe des Blutdruckes im Instrumente zu nehmen habe; denn die Kraft des Blutes in einer bestimmten Arterie wird durch das Gewicht einer Quecksilbersäule repräsentirt, deren Höhe das Instrument angiebt, und deren Umfang der Umfang der Arterie ist. Nimmt man nun mit Poiseuille in einem Manne von 29 Jahren den Durchmesser der Aorta bei ihrem Ursprunge $=31$ Millimeter, so beträgt der Flächeninhalt des Umfanges 908,2857 Quadratmillimeter. Nimmt man nun für die Höhe der Säule des Instrumentes beim Menschen das Mittel der an Thieren beobachteten höchsten und niedrigsten Höhen zwischen 180 und 140 Millimeter, also 160 Millimeter, so giebt $908{,}2857 \times 160 = 145325{,}71$ Cub. Millimeter Quecksilbersäule, deren Gewicht $= 1{,}971779$ Kilogr. oder 4 Pfund, 3 gros, 43 gr. statische Kraft des Blutes im

Momente, wo es in die Aorta strömt. So erhält man für das Rind 10 Pfund, 10 Unzen, 7 gros, 61 gr., für die art. radialis 4 gros.

Ehemals glaubte man, dass die stumpfen und spitzen Winkel, unter welchen die Aeste von den Gefässen abgehen, einen Einfluss auf die Geschwindigkeit haben, indem die stumpfen Winkel die Bewegung mehr hemmen. Weber (*Anat.* 3. 41.) bemerkt hingegen, dass diess nur einen Einfluss auf die Geschwindigkeit einer Flüssigkeit habe, wenn sie bei ihrer Fortbewegung so wenig Widerstand findet, dass ihr Lauf durch Summirung der Stösse, die sie empfängt, nach einer bestimmten Richtung hin beschleunigt wird. Im entgegengesetzten Falle befindet sich die Flüssigkeit in den Röhren überall unter gleichem Drucke, und strebt mit gleicher Kraft nach allen Richtungen hin. Dagegen muss das Blut in den kleineren Arterien dadurch langsamer fliessen, als in den grösseren, dass die Summe der lumina der Aeste immer grösser ist, als das lumen der Stämme, weil eine engere Röhre bei gleicher Kraft schneller von derselben Masse erfüllt und durchströmt wird, als eine weitere Röhre, die in kurzen Abschnitten so viel enthält, wie eine engere Röhre in längeren Abschnitten. Ursachen, welche die Geschwindigkeit der Blutbewegung überhaupt vermindern, sind weniger die häufigen Anastomosen der Arterien als die immer mehr zunehmende Reibung an den Wänden in den kleinsten Gefässen. Die Anastomosen erleichtern die Mittheilung des Blutes. Wenn zwei Arterien anastomosiren, so gehen aus den anastomosirenden Gefässen, oder aus der Anastomose selbst Aeste hervor. Im erstern Falle wird, so weit man diess mit dem Mikroskope beobachten kann, die Anastomose in der Richtung durchströmt, welche am wenigsten Widerstand darbietet, und das Blut geht aus der Anastomose in das Gefäss über, dessen Weite gross genug ist, um das Blut von zwei Gefässen zugleich aufzunehmen. In solchen Fällen wird aber die Anastomose immer in einer Richtung durchströmt. Giebt die Anastomose selbst einen Ast ab, so strömt das Blut von zwei Seiten zugleich in diesen Ast weiter, oder in der einen Richtung weiter.

Während des Lebens muss nach Einwirkung eines zufälligen Druckes die Richtung, in welcher die Anastomosen durchströmt werden, sehr veränderlich seyn.

### b. Von den Capillargefässen.

#### 1. *Bau der Capillargefässe.*

In allen organisirten Theilen geschieht der Uebergang des Blutes aus den feinsten Zweigen der Arterien in die feinsten Zweige der Venen durch netzförmige mikroskopische Gefässchen, in deren Maschen die eigentliche Substanz der Gewebe liegt. So sieht man es an allen feinen Injectionen, eben so bei mikroskopischer Beobachtung des Blutlaufes an lebenden durchsichtigen Theilen, wie an der Schwimmhaut, den Lungen und der Harnblase der Frösche, dem Schwanze der Froschlarven, am bebrüteten Ei, an jungen Fischchen, an den Kiemen der Larven der Wassersalaman-

der, an den Flügeln der Fledermäuse und im Gekröse aller Wirbelthiere, endlich selbst an undurchsichtigen Theilen der Larven der Salamander mit dem einfachen Mikroskope, wie ich in Meck. *Archiv für Anat. u. Physiol.* 1829. beschrieben habe. Die feinsten Arterien bilden bei der Verzweigung immer mehr Anastomosen unter einander, und diese Anastomosen gehen zuletzt in ein continuirliches Netz über, von denen aus sich die Venenanfänge wieder sammeln. Man nennt diese netzförmigen Uebergänge der Arterien in Venen wegen ihrer Feinheit Capillargefässe. Es lässt sich nicht bestimmt angeben, wo die feinsten Gefässe aufhören Arterien zu seyn und wo die feinsten Venen in diesem Netze anfangen. Denn der Uebergang ist allmählig; aber die netzförmigen Uebergänge haben doch das Eigenthümliche, dass die Gefässchen einen gleichen Durchmesser behalten, dass sie nicht mehr in einer Richtung dünner werden, wie Arterien und Venen, und dass gerade, wo die Gefässchen wieder in zunehmenden Zweigen sich sammeln, Arterien- und Venenanfänge allmählig daraus hervorgehen. Diess berechtigt aber nicht, mit Bichat ein eigenes Capillargefässsystem im Unterschiede von Arterien und Venen anzunehmen.

Die feinsten Capillargefässe sind dem Durchmesser der Blutkörperchen angemessen; man misst sie an fein injicirten Theilen. Der Durchmesser derselben variirt von $\frac{1}{1000}$ — $\frac{1}{4000}$ ja bis $\frac{1}{5000}$ P. Zoll; im Durchschnitt ist er am häufigsten 0,00025—0,00050. Die feinsten Capillargefässe hat man im Gehirne beobachtet, wo sie nach E. H. Weber's Messungen bis $\frac{1}{5100}$ = 0,00019 P. Z. betragen; in den Nieren des Menschen betragen sie nach meinen Messungen 0,00037—0,00058, in den processus ciliares 0,00053. E. H. Weber fand ihren Durchmesser in der Schleimhaut des Dickdarmes 0,00033—0,00050, in einer Lymphdrüse eben so, in der äussern Haut 0,00080, in einer entzündeten Haut 0,00025—0,00050. Im mit Blut gefüllten Zustande, wo sie wohl nicht so ausgedehnt als im injicirten Zustande sind, sind sie noch wenig gemessen worden. Weber fand sie am Hodensacke eines neugebornen Kindes, wo sich die Oberhaut abziehen liess = $\frac{1}{3235}$ P. Z. Bei ganz jungen Thieren sind die Capillargefässe grösser, so wie auch die Blutkörperchen des Embryo zum Theil grösser sind. Keine anderen Elemente der thierischen Gewebe sind viel feiner. Die Muskelfasern, welche man früher wohl zu fein angegeben hat, sind nach Prevost und Dumas $\frac{1}{8100}$ P. Z. = 0,00012. Die Primitivfasern der Muskeln des Menschen sind 5 — 6mal feiner als seine Blutkörperchen. Ich fand die Primitivfasern der Nerven bei Säugethieren $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$ so dünn als die Blutkörperchen breit sind.

Mit anderen Kanälen verglichen, sind die Capillargefässe immer kleiner, die Gallenkanälchen der Leber, die Harnkanälchen der Nieren sind, wo sie am feinsten sind, immer noch einigemal stärker als die Capillargefässe, so dass letztere sich in ihren Zwischenräumen und ihrem Bindegewebe oder Interstitialzellgewebe verbreiten. So fand ich die ductus uriniferi serpentini corticales der Pferdenieren injicirt = 0,00137 — 0,00182 P. Z.; die Harnkanälchen der Schlangennieren bis ans Ende mit Quecksilber ge-

füllt 0,00232 — 0,00423 nach meiner Injection. Die gefiederten blinden Enden der Harnkanälchen bei den Vögeln fand ich im injicirten Zustande = 0,00174 P. Z., die feinsten Gallenkanälchen der Leber bis ans Ende nach meinen glücklichen Versuchen beim Kaninchen mit Leim und Zinober injicirt, fand ich = 0,00108 — 0,00117 P. Z. Die feinsten bläschenförmigen Anfänge der Speichelkanälchen der parotis injicirt, fand E. H. Weber = 0,00082, nach meinen neueren Messungen sind sie beim Hunde mit Quecksilber gefüllt 0,00187. Die bläschenförmigen Anfänge der Kanäle im pancreas der Gans mit Quecksilber injicirt, fand ich 0,00137 — 0,00297. In der Milchdrüse vom säugenden Igel fand ich sie 0,00712, beim säugenden Hunde injicirt = 0,00260. Die Samenkanälchen im Hoden des Menschen haben nach meinen Messungen nicht injicirt 0,00470, mit Quecksilber gefüllt 0,00945. Siehe das Weitere über meine älteren Injectionen und Messungen Meck. *Arch. für Anat. u. Phys.* 1830. J. Mueller *de glandularum structura penitiori earumque prima formatione in homine et animalibus. Lips. fol. cum tab.* 17. *p.* 112. Alle diese verschiedenen Elemente der Gewebe, Drüsenkanälchen, Muskelfasern, Nervenfasern, werden von den Netzen der Capillargefässe umgeben und verbunden. Die Primitivfasern der Muskeln, die Primitivfasern der Nerven erhalten selbst keine Gefässe mehr, denn sie sind selbst dünner als die feinsten Capillargefässe. Nie sieht man bei Untersuchung frischer glücklicher Injectionen von diesen Theilen andere Capillargefässe, als solche, die sich in den Zwischenräumen der Primitivfasern verbreiten. Es ist wohl eben so mit den feinsten Drüsenkanälchen. Die Capillargefässe der Nieren legen sich überall zwischen und über die ductuli uriniferi hin, aber diese selbst werden nach meinen Beobachtungen niemals injicirt.

Die Form der Capillargefässnetze ist im Allgemeinen sehr einfach, und variirt bloss in dem Unterschiede von engeren und weiteren Maschen der Netze, gleichförmigen oder länglichen Maschen. In den Muskeln und Nerven bilden die Capillargefässnetze auch längliche Maschen an den Primitivfasern, und diesen entsprechend. Was Soemmerring und Doellinger, und namentlich Berres in seinen verdienstlichen Untersuchungen (*med. Jahrb. d. österr. Staates. Bd.* 14.) über den Unterschied der kleinsten Gefässe in den verschiedenen Geweben beobachtet haben, ist sehr richtig, gilt aber nicht von den feinsten Capillargefässnetzen selbst, sondern von der Form der in diese Netze sich verzweigenden kleinsten Arterien und Venen. So bemerkt Soemmerring, dass die Verzweigung in den dünnen Därmen einem unbelaubten Bäumchen, im Mutterkuchen einem Quästchen, in der Milz einem Sprengwedel, in den Muskeln einem Reiserbündel, in der Zunge einem Pinsel, in der Leber einem Sterne, in den Hoden und im Adergeflechte des Hirnes einer Haarlocke, in der Riechhaut einem Gitter ähnlich sey. In den Kiemen nehmen Arterien und Venen die Richtung der Kiemenblätter, so dass das arteriöse Strömchen an der einen Seite aufsteigt, an der andern das venöse herabsteigt. In den Sehnen ist die Vertheilung der Gefässe nach E. H. Weber dendritisch, ohne dass diese Gefässe genau

mit den länglich reiserförmigen Gefässen der Muskeln zusammenhängen. In der Nierenrinde giebt es eigenthümliche glomeruli von Blutgefässen mitten in den Capillargefässnetzen. Diese runden Körperchen, corpora Malpighiana, sind blosse Knäuel des in sie eintretenden arteriösen Zweiges, auf dem sie wie eine Frucht aufsitzen; sie stehen durchaus nicht im Zusammenhange mit den Harnkanälchen, was man früher angenommen hat, wie meine Untersuchungen und die von Huschke und Weber zeigen. Mueller *de gland. struct. penit. p.* 100. 101. Huschke hat neuerlichst bewiesen, dass die feine Arterie, die in diese Körperchen tritt, nach vielen Windungen wieder aus denselben hervortritt, um in das Capillargefässnetz über zu gehen, wie sich beim Wassersalamander beobachten lässt. Tiedemann und Treviranus *Zeitschrift für Physiologie.* 4. *Bd.* 1. *H. p.* 116. *tab.* 6. *fig.* 8. An den Enden der Zotten der placenta des Menschen biegt eine Capillararterie in eine Capillarvene um, wie E. H. Weber's schöne Untersuchungen zeigen, *Anatomie* 4. In der Vertheilung der feinsten Arterien giebt es also viele Formen, allein in den Capillargefässnetzen selbst giebt es keinen weitern Unterschied; als die Grösse der Maschen, und ihre mehr längliche oder gleichförmige Gestalt. Davon habe ich mich besonders bei Untersuchung der Drüsen überzeugt, wo, so verschiedenartig die Anordnung der feinsten Drüsenkanäle seyn mag, die Capillargefässe selbst aber nur Netze sind, und die Vertheilung der Drüsenkanälchen nicht nachahmen. In der Marksubstanz der Nieren, wo die Harnkanälchen zu pyramidenförmigen Büscheln zusammentreten, bilden die feinen Arterien, und wie ich neuerlichst durch Injection mich abermals überzeugt, auch die Venen lauter langgestreckte Gefässe zwischen den Harnkanälchen, so dass man sie gewöhnlich für von den Blutgefässen aus injicirte Harnkanälchen fälschlich gehalten hat; allein auch diese gestreckten Blutgefässe bilden wieder sehr längliche Maschen von Capillargefässen, indem sie von der Rinde gegen die Nierenwarzen feiner werden, und bilden zuletzt ein Netz an den Warzen selbst um die Mündungen der Harnkanäle. So gehen auch die Gefässreiserchen zwischen den Nerven- und Muskelfasern fort, allein die Capillargefässe sind hier um die parallelen Fasern eben so gut Netze, wie in den Hoden um die gewundenen Samenkanäle, und in der Nierenrinde um die gewundenen Harnkanälchen. Die feinen Arterien folgen zwar in den Kiemen der Salamanderlarven der Vertheilung der Kiemenblättchen, und gehen in herabsteigende Kiemenblutäderchen über; allein zwischen beiden ist ein Netz auch in dem feinsten Blättchen, welches Rusconi und Andere übersehen haben; ich sah die Bewegung der Blutkörperchen durch dieses Netz.

Die dichtesten Netze mit den kleinsten Maschen finden sich in den Lungen, in der Chorioidea, schon weniger in der Iris und im Ciliarkörper; ferner in den Lungen, Leber, Nieren, Schleimhäuten, Lederhaut. In der Choriodea des Truthahns finde ich die Zwischenräume gerade so breit, oder noch kleiner, als der Durchmesser der Capillargefässe. In den Lungen des Menschen sind die Zwischenräume fast noch kleiner als die Strömchen.

Weber *Anat.* 4. 203. In den Nieren des Menschen und des Hundes finde ich den Durchmesser der injicirten Capillargefässe im Verhältnisse zu den Zwischenräumen wie 1 : 4 — 1 : 3. Im Gehirne, das zwar eine sehr grosse Menge Blut erhält, aber auch das Blut im Innern in seinen sehr feinen Capillargefässen in weniger zahlreiche Netze vertheilt, sondern dieselbe Blutmenge schneller wieder abgiebt, fand E. H. Weber das Verhältniss des Durchmessers der Capillargefässe zum Längendurchmesser der Maschen = 1 : 8 — 10, zum Breitendurchmesser der Maschen wie 1 : 4 — 6. In Schleimhäuten, z. B. in der Conjunctiva palpebrarum, und in der Lederhaut fand Weber die Röhrchen viel dicker als in dem Gehirne, aber die Zwischenräume enger, im Verhältnisse zu diesen wie 1 : 3 — 4. An der Knochenhaut waren die Zwischenräume viel grösser. Siehe E. H. Weber's Ausgabe von Hildebrandt's *Anat.* 3. *Bd.* *p.* 45. Die Knochen, Knorpel, Bänder, Sehnen haben die wenigsten Blutgefässe und Capillargefässe. An den Grenzen zwischen Muskel- und Sehnenfasern sieht man den grossen Unterschied in dem Gefässreichthum beider, die Blutgefässchen der Muskeln kehren hier nach Doellinger grösstentheils um, und hängen nicht eng mit den sparsamen Gefässen der Sehnen zusammen. Dasselbe Verhältniss beobachtete Prochaska zwischen dem freien Theile der Synovialhäute, und demjenigen, welcher die Gelenkknorpel überzieht. Prochaska *disquisitio anatomico-physiologica organismi humani. Viennae* 1812. *p.* 96. Weber *l. c.* 3. *p.* 43. Eine sehr schöne Injection der Knorpel der Luftröhre, des Kehlkopfes, der Rippenknorpel vom Fuchse sah ich im Museum von Fremery in Utrecht. Zweifelhaft schienen die Gefässe noch in der innern glänzenden Schicht der serösen Häute; nach den Injectionen von Bleuland, die ich zu Utrecht sah, habe ich Anstand, Rudolphi's Meinung zu theilen, dass die Gefässe der serösen Häute in dem subserösen Zellgewebe sich befinden; van der Kolk besitzt Injectionen des Peritoneums, die keinen Zweifel übrig lassen, dass diese Häute selbst Gefässe enthalten. *Observ. anat. path.* 27. Zweifelhaft sind sie im Glaskörper, in der Substanz der Cornea.

Das Resultat der mikroskopischen Beobachtungen und der feinsten Injectionen ist, dass die Capillargefässe nur Uebergänge der Arterien in die Venen sind, und dass keine andere Art von Gefässen aus ihnen entspringt, dass die feinsten Arterien an keiner Stelle aufhören, ohne durch Capillargefässe in Venen überzugehen, mit einem Worte, dass es keine feinsten Gefässenden giebt. Man muss diess Ergebniss der feinen Anatomie um so sicherer feststellen, da Haller leider die Hypothese von den offenen Arterienenden, von denen er 5 Arten, Oeffnung in Membranen, in Lymphgefässe, in secernirende Kanäle, in Fett, endlich in Venen annahm, nur zu sehr nach den rohen physiologischen Vorstellungen seiner Vorgänger befestigt hat. Allein in jenen Zeiten waren die offenen Gefässenden ein nothwendiges Postulat, weil man sich nicht einmal die Absonderung des Schleimes und Fettes ohne offene Blutgefässenden denken konnte. Von allen diesen Uebergängen existirt kein einziger, als der beständige Uebergang der

arteriösen in venöse Kanäle. Nachdem Mascagni, Hunter, Prochaska, Soemmerring schon jene Hypothese glücklich bekämpft hatten, blieb der Uebergang der Blutgefässe in die secernirenden Kanäle der Drüsen immer noch zweifelhaft. Indessen haben meine Untersuchungen, über alle Drüsen ausgedehnt, um den Bau und die feinsten Anfänge der secernirenden Kanäle kennen zu lernen, so wie die ähnlichen Beobachtungen von Huschke und Weber, Arbeiten, welche sich auf bessere Hülfsmittel, nämlich Injection der secernirenden Kanälchen selbst, Anwendung des Mikroskopes, Entwickelungsgeschichte des Embryo, gründen, für die Nichtexistenz dieses Zusammenhanges in allen absondernden Drüsen entschieden, und bewiesen, dass die Wurzeln der secernirenden Kanäle, wie mannigfaltig sie auch in den verschiedenen Drüsen gebildet sind, blinde Anfänge haben. J. Mueller *de gland. struct. penit. Lips.* 1830. Auch die vasa exhalantia, welche selbst Bichat noch als offene Seitenzweige der Capillargefässe supponirte, sind eine reine Fiction, und eine exhalirende Membran, wie das peritoneum, enthält nur Capillargefässnetze mit flächenhafter Ausbreitung, so dass Flüssigkeiten aus den Capillargefässen in die Höhlen nur eben so ausdünsten können, wie sie die Substanz der Organe selbst tränken, durch die Permeabilität aller thierischen Theile für aufgelöste Stoffe, durch die zwar nicht sichtbare, aber doch nothwendig vorhandene allgemeine Porosität der thierischen Substanz auch in ihren kleinsten der Aufweichung fähigen Moleculen. So dringt, wie Mascagni zeigte, wenn man Arterien mit einer durch Zinnober gefärbten Leimauflösung einspritzt, eine ungefärbte Flüssigkeit wie Thau auf der Oberfläche der Häute hervor, ohne dass die Farbetheilchen durchgelassen werden. Dass es vasa serosa, d. h. so feine Zweigelchen der Blutgefässe gebe, die keine Blutkörperchen, sondern nur die Lymphe des Blutes durchlassen, ist möglich, lässt sich aber nicht beweisen. Aber man führt für jene Hypothese einige Theile an, in denen man noch keine rothes Blut führende Gefässe entdeckt hat, nämlich die Cornea, die Linsenkapsel, den Glaskörper. Die Gefässe der Cornea in der Substanz derselben sind zweifelhaft, und noch nie injicirt worden. Indessen giebt es penetrirende Geschwüre der Hornhaut, Wucherung derselben, welche ohne Gefässe nicht denkbar sind, und es ist hieraus wahrscheinlich, dass sie Gefässe enthält. Dass aber das Bindehautblättchen der Hornhaut wenigstens bei fast ausgetragenen Kalbsfoetus Blutgefässe besitzt, welche Blut enthalten, und noch mehr als eine Linie über den Hornhautrand mit der Loupe verfolgt werden können, habe ich wiederholt gesehen, und Henle hat diese Gefässe fein injicirt und abgebildet. Sie messen 0,00070 — 0,00133, und die dünnsten Zweige waren nicht injicirt; ihre Stämmchen, die von einem kreisförmigen Gefässe, das um die Hornhaut herlief, in das Bindehautblättchen drangen, waren noch etwas dicker. Die Präparate davon bewahre ich bei mir auf. Herr Prof. Wutzer hat sie gesehen. Prof. Retzius hat durch Injection dieselbe Beobachtung an Erwachsenen gemacht Diese nur der äussersten Oberfläche der Hornhaut angehörenden Gefässe beweisen zugleich, dass das Bindehautblätt-

chen, welches Eble der Hornhaut abspricht, wirklich existirt. Henle *de membrana pupillari aliisque membranis oculi pellucentibus. Bonnae* 1832. Dass nun bei der Entzündung die Hornhaut blutführende Gefässe enthält, ist bekannt. Ich sah in Utrecht bei Schroeder von einem leicht entzündeten Auge die schönste Injection, sowohl der Bindehaut als der Membrana Descemetii.

Die hintere Wand der Linsenkapsel enthält bei ausgebildeten Thieren noch blutführende Gefässe von jenem Aste der arteria centralis, der sich durch den Glaskörper dahin begiebt. Diess habe ich an frischen Kalbs- und Ochsenaugen gesehen, wo die Gefässe der hintern Kapselwand, die von einem starken Aste der art. centralis herrühren, zuweilen noch bluthaltig sind. Dasselbe sah Zinn. Henle hat gezeigt, dass diese Gefässe beim Foetus mit Gefässen der zonula Zinni und des corpus ciliare zusammenhängen, und diese Verbindung injicirt und abgebildet. Beim Embryo der Säugethiere hängen sie durch eine sehr gefässreiche, von mir beobachtete Haut, *membrana capsulo-pupillaris*, mit den Gefässen der membrana pupillaris zusammen, indem diese neue Haut zwischen dem innern Rande der Iris und dem innern Rande der Zonula oder dem Rande der Linsenkapsel ausgepannt ist, lauter parallele Längsgefässe enthaltend, die von der Iris und Pupillarmembran zur Zonula und zur hintern Kapselwand gehen. In der vordern Kapselwand sind die Gefässe äusserst schwer nachzuweisen. An enztündeten Augen sind sie auf der vordern und hintern Kapselwand deutlich, wie ich von einem cataractösen Auge eine vortreffliche Injection dieser Art bei Schroeder van der Kolk in Utrecht sah. Die Zonula Zinni ist nach Henle's und Schroeder's Injection ein gefässhaltiges Organ, und scheint für die Ernährung der durchsichtigen Theile von grosser Wichtigkeit. Vom Glaskörper habe ich noch nie eine Injection gesehen. Schroeder hatte etwas, was man aber auch für anhaftenden Farbestoff halten konnte, und Henle hat mir auch etwas Aehnliches gezeigt, es war aber nicht überzeugend. Gleichwohl gebe ich es nicht auf. Alles Bisherige macht es aber wahrscheinlich, dass auch Cornea und Linsenkapsel, denen man vasa serosa zuschreiben wollte, wirklich Blutgefässchen besitzen, und von der Linsenkapsel des Ochsenauges ist ja ohnehin gewiss, wie von der Bindehaut der Cornea beim ausgetragenen Schaffoetus, dass sie Blut enthalten. Freilich sind die Gefässe des Bindehautblättchens der Cornea unendlich weniger zahlreich, als die der Conjunctiva bulbi, und es ist hier ein ähnliches Verhältniss, wie zwischen dem Theile der Synovialhaut, welcher frei ist, und demjenigen, der die Gelenkköpfe überzieht. E. H. Weber bemerkt sehr richtig, dass eine einfache Schicht von Haargefässnetzen mit blossen Augen gar nicht erkannt werde, daher das Aussehen jener Theile nichts beweist. Das Mesenterium zwischen den noch mit blossen Augen sichtbaren Gefässen scheint auch gefässlos und durchsichtig, enthält aber lauter Capillargefässnetze bei Anwendung des Mikroskopes. Siehe über alles diess Henle.

Eine wichtige Frage ist, ob die feinsten Capillargefässe häutige Wände haben. Es ist ein allgemeines Zeugniss von Malpighi

bis DOELLINGER, dass bei lebenden Thieren mit Hülfe des Mikroskopes keine häutigen Wände an denselben zu entdecken sind. DOELLINGER (*Denkschriften der Academie zu München* 7.) sieht das Blut als fliessenden Thierstoff, den Thierstoff als festes Blut an. GRUITHUISEN sah das Blut zwischen den acini der Leber beim Frosche frei strömen. Viel deutlicher ist dieser Anschein nach meinen Beobachtungen an der Leber der Tritonlarven, welche ich allein zu diesen Beobachtungen geeignet fand; da man hier auch in undurchsichtigen Theilen mit dem einfachsten Mikroskope den Blutlauf beobachten kann. Siehe MECKEL's *Archiv* 1829.

WEDEMEYER zweifelte an den häutigen Wänden, nachdem er die breiten Blutströmchen und die kleinen Substanzinseln in den Lungen der Salamander beobachtet hatte. So läugnen C. FR. WOLFF, HUNTER, DOELLINGER, GRUITHUISEN, BAUMGAERTNER, WEDEMEYER, MEYEN und OESTERREICHER die Existenz der häutigen Wände an den Capillargefässen. Dagegen LEEUWENHOECK, HALLER, SPALLANZANI, PROCHASKA, BICHAT, BERRES, RUDOLPHI feine unsichtbare häutige Wände an ihnen annehmen. Das Entstehen neuer Gefässe, was DOELLINGER und OESTERREICHER als Grund der Nichtexistenz der Membran ansehen, beweist indess nichts für die schon gebildeten Gefässe. Allein genauere Untersuchungen scheinen geradezu die Hypothese von der Nichtexistenz der häutigen Wände zu widerlegen. Schon hat man dagegen angeführt den Uebergang der eingespritzten Flüssigkeiten aus den Arterien in die Venen, ohne dass sie zugleich ins Zellgewebe austreten, das Uebereinanderweggehen der Strömchen, ohne dass sie sich verbinden. Auch beweist die Menge der Ströme, und die Kleinheit der dazwischen liegenden Inseln in der Lungenmembran der Frösche und Salamander eher das Gegentheil; denn diese kleinen Inselchen müssten wohl zuweilen selbst an den Strömungen Antheil nehmen. Es giebt auch directe Beweise von der Existenz feinster Wände um die Capillargefässströmchen. Hierzu bedarf es eines ganz zarten Parenchyms, welches sich in Wasser leicht auflockert, und die Netze der Capillargefässe zurück lässt. So zeigten sich die Capillargefässe der Nieren, welche die ductus uriniferi corticales umweben, als etwas Selbstständiges, wenn ich Stückchen der Nierensubstanz vom Eichhörnchen nur kurze Zeit in Wasser aufgeweicht hatte, und dann mikroskopisch untersuchte. In der Choriodea, Iris und im Ciliarkörper zeigen sich die Capillargefässe noch deutlicher als selbstständig. Am evidentesten können sie aber an einem Organe erwiesen werden, welches TREVIRANUS entdeckt hat. Ich meine das plattenartige Organ in der Schnecke des Gehörorganes der Vögel. Nach den Beobachtungen von C. WINDISCHMANN (*de penitiori auris structura in amphibiis, cum tab. 3. Bonnae* 1831. *Lips. apud* Voss) sind diese Platten nur die Falten und Runzeln einer Haut, welche sich über die Spiralplatte in der Schnecke der Vögel wölbt. Diese Haut ist überaus zart und pulpös; die weiche Substanz derselben wird aber von einem ausserordentlich schönen Gefässnetze durchzogen, welches WINDISCHMANN von der Carotis aus injicirt hat; sie löst sich leicht in Wasser auf, und es bleibt das wunderschöne Gefässnetz mit

leeren Maschen zurück. Auch im nicht injicirten Zustande erhalten sich nach Auflösung der pulpösen Substanz die schönen Gefässnetze. Siehe WINDISCHMANN *l. c. tab. II.* Uebrigens muss man sich die Wände der Capillargefässe nur als dichtere Grenze der Substanz, nicht aber als sehr selbstständige Membranen denken.

2. *Blutbewegung in den Capillargefässnetzen.*

Untersucht man die durchsichtigen Theile eines lebenden Thieres unter dem Mikroskope, so bemerkt man, dass die pulsatorische oder die rhythmisch verstärkte Bewegung des Blutes in den kleinsten Arterien und in den Haargefässen aufhört, wenigstens bei erwachsenen Thieren, und dass das Blut continuirlich gleichförmig strömt. Wenn die Thiere aber schwächer werden, so bemerkt man, dass das Blut mehr pulsatorisch fliesst, und man bemerkt dann ein zwar continuirliches, aber pulsweise verstärktes Fortrücken der Blutkörperchen in den kleinen Arterien und Capillargefässen. Diess beobachtet man auch bei ganz jungen Thieren, wenn sie nicht gerade geschwächt sind. Nimmt die Kraft des Herzens noch mehr ab, so sieht man die Blutkörperchen in den kleinsten Arterien und in den feinsten Haargefässen gar nicht mehr continuirlich bewegt, sondern nur stossweise fortgeschoben, und bei grösserer Schwäche weichen sie selbst nach jedem Ruck wieder etwas zurück. Diese Beobachtungen sind bereits ganz so von WEDEMEYER gemacht, und ich muss sie als das Resultat aller meiner Beobachtungen bestätigen. Sie sind von grosser Wichtigkeit, denn sie beweisen, dass selbst im Zustande der grössten Schwäche das Blut durch die Capillargefässe, an denen man im ruhigen Zustande nie die geringste Spur einer Veränderung des Durchmessers wahrnimmt, von der Kraft des Herzens fortgetrieben wird. Dass die continuirliche, aber pulsatorisch verstärkte Bewegung des Blutes der Arterien in den Haargefässen im ungeschwächten Zustande gleichförmiger wird, könnte ein blosser Schein seyn, wegen der ausserordentlichen, unter dem Mikroskope scheinbar vergrösserten Geschwindigkeit, so dass diese pulsatorische Verstärkung bei langsamen Bewegungen deutlicher werden müsste. Allein da das Blut aus den Venen offenbar ohne Spur von Puls gleichförmig ausfliesst, so ist es gewiss, dass in den Haargefässen wirklich die pulsatorisch verstärkte Bewegung in die gleichförmige übergeht, und nur bei grosser Schwäche zur pulsatorisch verstärkten, und im höchsten Grade der Schwäche zur blossen pulsatorischen wird. Die Ursachen dieser merkwürdigen Erscheinung suche ich in Folgendem: So wie die zusammengedrückte Luft in dem Windkessel der Feuerspritze, eben so macht die im Puls erweiterte, durch ihre Elasticität sich verengende Arterie die pulsatorische Bewegung des Blutes in den Arterien zur continuirlichen, aber pulsatorisch verstärkten Bewegung, indem die Verengerung der Arterien auch in den Zwischenzeiten des Pulses das Blut fortzutreiben fortfährt. Das stossweise Fortrücken des Blutes in der Aorta von jeder neuen in die Aorta gepressten Masse erlischt in den kleineren Arterien, wegen der compensirenden Ausdehnung der Arterien. Ungleiche Hemmungen in verschieden feinen Gefässen, wodurch das Blut in dem einen

Gefässchen bald aufgehalten wird, während es in dem andern rasch fortfliesst, solche ungleiche Einflüsse müssen immer mehr im weitern Verlaufe der Gefässe die Bewegung vielfach modificiren. Aber der stossweise Druck des Herzens wird zuletzt nicht mehr bemerkt werden. Wenn aber ein Thier sehr schwach ist, und die Stosskraft des Herzens abnimmt, so werden auch die elastischen Wände der Arterien bei jedem Puls von weniger Blut erweitert, und werden auf das Blut weniger drücken, d. h. die Ursache, welche die stossweise Bewegung des Blutes in den Arterien zur continuirlichen macht, hört auf, und das Blut fliesst nur stossweise, und nun lässt sich dieser schwache Stoss noch in den Haargefässen mit dem Mikroskope erkennen. Nach Koch soll die oscillirende Bewegung des Blutes bei schwachen Thieren nicht vom Herzschlage abhängig seyn. Meckel's *Archiv für Anat. u. Physiol. 6. Bd. p.* 216. Mir schien sie dagegen wie Wedemeyer ganz abhängig von den schwachen Zusammenziehungen des Herzens, wodurch das Blut den Widerstand der Capillargefässe nicht überwinden kann, und beim Nachlasse jeder Zusammenziehung des Herzens, trotz der Klappen, wieder etwas zurückfliesst.

Die Grösse des Widerstandes, welchen die Haargefässe dem Blute darbieten, lässt sich aus Hales und Keill's Versuchen ermessen. Keill verglich die aus der durchschnittenen Schenkelarterie und aus der Schenkelvene eines lebenden Hundes ausfliessende Blutmengen, die sich wie $7\frac{1}{2}$ zu 3 verhielten, so dass der Widerstand also $\frac{9}{15}$ der Kraft des Arterienblutes beträgt. Nach Hales (Weber *Anat.* 3. 41.) floss, als er das Innere der art. mesent. eines todten Thieres dem Drucke einer $4\frac{1}{2}$ Fuss hohen Wassersäule aussetzte, und den Darm dem Mesenterium gegenüber zerschnitt, aus den durchschnittenen feinen Gefässen in einer Zeit nur $\frac{1}{3}$ der Wassermenge aus, die aus den durchschnittenen Stämmen dieser Gefässe ausfloss, so dass der Widerstand der kleinsten Gefässe also $\frac{2}{3}$ der Kraft des Druckes betrug.

Da das Blut zur Zeit des Pulses in den Arterien pulsweise schneller fliesst, und die Bewegung in den verschiedenen Haargefässen, wie man unter dem Mikroskope sieht, verschieden schnell ist, so lässt sich nur die mittlere Geschwindigkeit des Blutes in den Haargefässen mit der mittlern Geschwindigkeit desselben in den Arterien vergleichen. Wäre die Summe der Lumina der Aeste eines Gefässes jedesmal gleich dem Lumen des Stammes, und die Summe aller Haargefässlumina gleich dem Stamme der Aorta, wären die Räume, durch welche das Blut fliesst, bei zunehmender Vertheilung doch beständig gleich weit, so würde die mittlere Geschwindigkeit des Blutes in den Haargefässen eben so gross als in den Arterien ersten Ranges seyn müssen, so wie unter gleichen Voraussetzungen auch die mittlere Geschwindigkeit des Venenblutes der Geschwindigkeit des Arterienblutes gleich seyn müsste. Denn die Kraft, von welcher das Blut in den Arterien getrieben wird, ist zwar viel grösser als das, was in den Venen von dieser Kraft übrig ist, aber die in den Arterien grössere Kraft der Bewegung hat auch den ganzen Widerstand bis durch die Capillargefässe zu überwinden, das Blut der Venen hat ihn überwunden,

und da die Summe des Widerstandes im ganzen Haargefässsystem und in den Arterien auf die ganze Blutsäule bis zum Herzen zurück wirkt, so hat die ganze Kraft des Herzens sogleich schon am Anfange der Aorta diesen Widerstand zu überwinden; und bei gleicher Weite der Räume müsste sich das Arterienblut in jedem Theile mit gleicher Geschwindigkeit und nicht schneller als das Venenblut bewegen, so wie es aus den Capillargefässen hervorkömmt. Die Vergleichungen des Arterienblutflusses und des Venenblutflusses geben gar keine richtige Vorstellung von der Geschwindigkeit des Arterienblutes und des Venenblutes, sondern bloss von der Bewegungskraft der beiden Blutarten; dahingegen ihre Geschwindigkeiten erst gefunden werden, wenn man den Widerstand, den diese Kraft erleidet, abzieht. Hieraus folgt nun, dass, wenn die Wege des Blutes von dem Stamme bis in die Aeste gleich weit bleiben, seine Geschwindigkeit in den Arterien im Capillargefässsystem und in den Venen gleich seyn müsste.

Da nun aber die Summe des Raumes der Aeste bei gewisser Länge immer grösser ist, als der Raum eines gleich langen Stammes, so ist dennoch die Geschwindigkeit in den engeren Stämmen grösser als in den zusammengenommen weiteren Aesten, und diese Geschwindigkeit nimmt im geraden Verhältnisse der Raumvergrösserung bis durch die Haargefässe ab.

Verschiedene Schriftsteller haben geglaubt, die Kraft des Herzens reiche nicht aus, um das Blut durch die Haargefässe zu treiben, und es bedürfe hierzu besonderer Hülfskräfte, welche hierzu supponirt worden sind, wie die Zusammenziehung der Haargefässe, oder die selbstständige Bewegung des Blutes, wovon die Beobachtung nichts zeigt. Dass die Bewegung des Blutes durch die Haargefässe bloss das Herz bewirkt, zeigt unumstösslich die Beobachtung, dass die stossweise Bewegung sich bei schwachen Thieren bis in die Haargefässe fortpflanzt, und die Thatsache, dass das Blut aus den Venen eines Thieres bei jeder Exspiration stärker ausströmt, wobei die Zusammendrückung der Gefässe der Brust durch die Exspiration, die den Strom des Arterienblutes verstärkt, selbst durch die Haargefässe hindurch wirkt. Diess beweist auch folgender Versuch von Magendie. Er unterband den Schenkel eines Hundes, ohne dass die Schenkelarterie und Schenkelvene in der Ligatur mitbegriffen waren. Wurde nun die Schenkelvene besonders unterbunden, so schwoll sie von dem Blute, welches aus dem Schenkel zurückkehrte, an, und ergoss ihr Blut strahlförmig beim Anstechen. Als man die Schenkelarterie comprimirte, hörte der Strom des Venenblutes allmählig auf zu fliessen, stellte sich aber wieder her, als man aufhörte die Arterie zu comprimiren. Poiseuille hat mittelst des schon öfter erwähnten Instrumentes den Druck des Blutes in dem peripherischen Stücke einer Vene gemessen, und bei wiederholten Versuchen gefunden, dass dieser Druck dem des Blutes in den Arterien durchaus proportional ist, mit jenem abnimmt und zunimmt. Mueller's *Archiv* 1834. *p.* 365.

Die Bewegung des Blutes in den verschiedenen Capillargefässen und kleinsten Arterien ist verschieden schnell, je nach den

Hindernissen, welche den Strom durch anastomotische Zweigelchen aufhalten. WEDEMEYER hat über das Verhalten der Strömchen, die sich vereinigen, Folgendes bemerkt, was ich mit der Natur vollkommen übereinstimmend finde. Zuweilen fliessen die Blutkörperchen aus einem Kanälchen einem zweiten Strömchen schnell, und wie wenn sie angezogen würden, zu. In anderen Fällen ist der Strom, in den sie hinüber fliessen, rasch, sie selbst aber werden in dem zuführenden Strömchen aufgehalten, und es gelingt ihnen nur gelegentlich, sich mit dem Strome zu vereinigen. Zuweilen wird selbst aus dem reissenden Strome ein Kügelchen eine Strecke in den schwächern Kanal zurück geschleudert, und dann wieder zurück getrieben. Ich habe auch bemerkt, dass ein und dasselbe Verbindungskanälchen zwischen zwei zuführenden Strömen das Blut zuweilen in der einen, zuweilen in der andern Richtung erhält, und dass Veränderungen im Drucke, in der Lage, Bewegungen des Thieres, immer die Ursache dieser Veränderungen sind; so wie denn alle diese Verhältnisse der Strömung hier nach rein mechanischen Ursachen, eben so wie in einem bewässerten Terrain, variiren. In den feinsten Capillargefässen, welche nicht roth, auch nicht einmal gelb aussehen, sondern ganz durchsichtig sind, sieht man die Blutkörperchen nicht mehr dicht hintereinander oder nebeneinander fliessen, hier haben die Körperchen nur hintereinander Raum, aber sie fliessen in ungleichen Zwischenräumen getrennt, und bald sieht man Kügelchen durch rinnen, bald wieder nicht, bald wieder mehrere. Indessen habe ich niemals Räume bemerkt, welche anhaltend ohne Kügelchen gewesen wären, und welche die Benennung vasa serosa rechtfertigten (vergl. Seite 204.), und WEDEMEYER, der diess gesehen haben will, gesteht selbst, dass er von Zeit zu Zeit doch Kügelchen durch solche Gefässe habe hindurch gehen gesehen. Die Kügelchen rotiren beim Durchströmen der Capillargefässe nicht; beim Frosche scheinen sie meist mit dem Längendurchmesser in der Achse des Gefässes zu strömen, aber häufig ist ihre Achse auch schief gestellt, und ihre Lage erleidet vielfache Veränderungen durch den mechanischen Einfluss der Wände, wobei sich die Kügelchen ganz passiv verhalten, und nie eine Spur selbstständiger Bewegung zeigen. Mehrere Beobachter haben angegeben, dass die Kügelchen zuweilen an den engen Wänden zusammengedrückt und verlängert wurden. Diess habe ich nie gesehen, und es ist vielleicht eine Täuschung, je nachdem die Beobachter die platt elliptischen Körperchen der Thiere von der einen oder andern Seite gesehen haben. DÖLLINGER und DUTROCHET behaupten gesehen zu haben, dass Blutkörperchen in Gefässrinnen stockend sich hier mit dem Gewebe verbunden haben. Ich habe zwar auch häufig ein solches Stocken, besonders bei schon geschwächten Thieren beobachtet, und habe es früher für möglich gehalten, dass Blutkörnchen auf diese Art ihre Bewegung verlieren könnten; allein genauere Beobachtungen haben mich gelehrt, dass diese stockenden Kügelchen bald auch wieder frei werden, und dass es nur bei grosser Schwäche eine vollkommene Stockung, nämlich die Gerinnung in den kleinen Gefässen giebt, die gewiss eher das Gegen-

theil der Ernährung ist, als dieselbe erklären kann. Die von Doellinger angenommene Ernährung durch Vereinigung der Kügelchen mit dem Gewebe ist von keinem einzigen Beobachter bestätigt worden, und ich werde später aus anderen Beobachtungen sehr wahrscheinlich machen, dass die Ernährung nicht auf diese Art geschieht. Immer sieht man alle Kügelchen, welche in die Capillargefässe strömen, mit Schnelligkeit in die venösen Strömchen übergehen, und keine Kügelchen bei einem lebenskräftigen Thiere zurück bleiben. Prevost und Dumas haben zwar in dem Arterienblute mehr Kügelchen als in dem Venenblute zu finden geglaubt, diess ist aber ein theoretischer Irrthum; sie haben die Kügelchen für die alleinige Materie des Faserstoffes im Blute genommen; da der Faserstoff aber, wie meine Beobachtungen zeigen, im Blute aufgelöst ist, so ist es ganz unrichtig, nach der Quantität des Gerinnsels in beiden Blutarten die Menge der Kügelchen zu schätzen.

Sobald man das Glied comprimirt, hören alle Strömungen auf, und jedes Kügelchen haftet unbeweglich auf der Stelle, die es vorher einnahm. Nach Kielmeyer haben Treviranus, Carus, Doellinger und Oesterreicher dem Blute eine eigene Propulsionskraft, sich nach den Capillargefässen hin, und von diesen ab zu bewegen, angenommen, eine Kraft, die nach dem Aufhören der Herzthätigkeit noch und unabhängig von derselben im Leben wirken soll. Ich habe mich schon in der Lehre vom Blute aus Gründen dagegen ausgesprochen. An sich kann das Blut eine gewisse Direction nicht haben, es müsste denn von der Substanz der Capillargefässe angezogen werden, wie Baumgaertner und Koch anzunehmen scheinen. Würde nun wirklich das Blut von den Capillargefässen und der lebenden Substanz angezogen, so kann es sich wohl darin anhäufen, wie es in den Phänomenen der Turgescenz scheint; aber man sieht nicht ein, wie eine solche Anziehung den Kreislauf unterstützen könnte, denn das Blut wird dadurch zum Aufenthalte in den Capillargefässen bestimmt; oder man müsste wieder annehmen, dass das Blut nur so lange von der Substanz in den Capillargefässen angezogen werde, als es aus den Arterien kommend noch hellroth ist, dass aber mit der Umwandlung in venöses Blut diese gegenseitige Verwandtschaft von Blut und Substanz aufhöre. Dann allein könnte in den Capillargefässen eine Hülfskraft des Kreislaufes liegen. Die Turgescenz gewisser Theile zu gewissen Zeiten beweist dagegen gar nichts für diese Hülfskraft, denn diese bedingt zwar Anziehung, aber auch Anhäufung des Blutes. Ich komme wieder darauf zurück, was bei der Lehre vom Blute bemerkt worden, wo ich meine Versuche über die Dauer der Blutbewegung in abgeschnittenen Theilen, und ohne solutio continui mit Mortification des Herzens durch Kali causticum bei Fröschen erzählt habe. p. 138. Obgleich die bloss durch Anziehung bedingte Saftbewegung der Pflanzen uns die Möglichkeit zu ähnlichen Phänomenen bei Thieren zeigt, so haben wir doch bis jetzt keine hinreichenden empirischen Gründe für dieselbe; ich habe schon bemerkt, dass ich die rhythmische Oscillation des Blutes bei stockendem Kreislaufe nicht für einen solchen Grund an-

sehe, und die von scharfsinnigen Männern, BAUMGAERTNER und KOCH, beigebrachten Gründe nicht für hinreichende Beweise halte. Die theilweise Leerheit der Arterien nach dem Tode, während die Venen gefüllt sind, könnte vielleicht in so fern als ein Grund für die Anziehung des arteriellen Blutes nach den Capillargefässen betrachtet werden, als bis jetzt keine recht genügende Erklärung der Leerheit nach dem Tode möglich ist.

Man kann die Frage von der Unterstützung des Kreislaufes durch Anziehung des Blutes nach den Capillargefässen verneinen, und doch diese Anziehung allein, in Fällen, wo eine Anhäufung von Blut in gewissen gesunden Theilen, in denen sich ein thätigeres Leben zeigt, zugeben, wie ich schon bemerkte. Diese Art der Anziehung bewirkt Anhäufung, nicht Unterstützung des Kreislaufes. Bei den Pflanzen sind diese Phänomene ganz augenscheinlich; dem Fruchtknoten, der das befruchtete Ei einschliesst, fliesst, wie BURDACH sagt, mehr Saft zu; ubi stimulus ibi affluvus. Aehnliche Phänomene giebt es auch bei Thieren.

Alle diese Phänomene örtlicher, vom Herzen unabhängiger activer Säfteanhäufung, die nicht durch ein Hinderniss des Rückflusses entsteht, hat man unter dem Namen Turgescenz, turgor vitalis zusammen gefasst. (HEBENSTREIT *de turgore vitali. Lips.* 1795., welche Abhandlung indess wohl keine richtige Ansicht dieser Gegenstände enthält.)

In vielen Lebensumständen wird die Wechselwirkung zwischen Substanz und Blut, die organische Affinität zwischen beiden, welche in der Ernährung ein Factum ist, unter Anhäufung des Blutes in den erweiterten Gefässen der Organe vermehrt. So bei der Brunst in den Genitalien, bei der Schwangerschaft im Uterus, im Magen, der in der Verdauung blutreicher ist, bei der Wiedererzeugung der Geweihe, wo die Höcker der Schädelknochen, auf welchen die Geweihe aufsitzen, gleichsam ein wahrhaftes Aufsteigen der Säfte wie in den Pflanzen zeigen, nachdem sie bis dahin auch von Blut durchzogen aber blutarm waren. Am häufigsten sind diese örtlichen Anhäufungen des Blutes, Gefässerweiterungen und Gefässentwickelungen aber beim Embryo, je nach den verschiedenen Organen, welche gerade als successiv nothwendige Theile oder Glieder des Ganzen durch die producirende Kraft entstehen. Die Kiemen der Salamander und Frösche, der Schwanz der Froschlarven sterben dagegen ab, wenn die organische Affinität zwischen Substanz und Blut aufhört. Man hat zur Erklärung dieser Phänomene an verstärkte Contraction der Arterien gedacht. Allein die pulsatorischen Muscularcontractionen existiren nicht, und dauernde Zusammenziehungen der Arterien, wenn sie nicht wurmförmig fortschreitend sind, oder wenn sie nicht durch besondere Klappen unterstützt sind, können keine Turgescenz hervorbringen. Es ist unvermeidlich zur Erklärung der vermehrten Blutmenge des Uterus in der Schwangerschaft, zur Erklärung der Turgescenz der Knochenhöcker, welche das Geweihe hervortreiben, eine örtlich vermehrte Affinität zwischen Blut und Substanz anzunehmen. Diese Veränderung kann auch plötzlich eintreten, und es gehören hierher die plötzlichen Blut-

anhäufungen im Gesicht bei der Schamröthe, am ganzen Kopf bei heftigen Leidenschaften, Zustände, in welchen die localen Phänomene offenbar durch Nervenwirkung bedingt sind. Eben so gehören hierher die activen Congestionen des Blutes zu Organen, welche in einem gereizten Zustande sich befinden, zum Gehirn u. s. w. Vgl. Bonorden, Meck. *Archiv* 1827. 537. Wedemeyer *l. c.* 412.

Wenn die Gefässe eines Organes, in dem die Affinität zwischen Blut und Substanz gesteigert werden kann, einer beträchtlichen Erweiterung fähig sind, so findet Anschwellung dieses Organes und Erection desselben statt. Erectil sind der Penis, weniger die Clitoris, in geringerem Grade auch die Brustwarzen des Weibes und die erectilen Anhänge am Kopfe einiger Vögel, wie des Truthahns, Meleagris gallopavo. Die Erectionen scheinen daher mit in eine Ordnung mit den eben genannten Phänomenen zu gehören, sie bilden aber eine besondere Reihe, weil zur Erection ein eigenthümlicher Bau der Gefässe, nämlich beträchtliche Erweiterungsfähigkeit derselben bei einem sehr sinuösen Bau der Venen gehört. In diesem Falle bilden die erweiterungsfähigen Venen die zahlreichsten Anastomosen und Geflechte, und der Raum aller dieser erweiterten Geflechte ist ohne Vergleich grösser als die zuführenden und abführenden Kanäle. Im nicht erweiterten Zustande fliesst diesen Gefässen so viel Blut zu, als Blut abfliesst. Durch eine gesteigerte Affinität zwischen dem Blute und den Wänden der Gefässe wird vielleicht das Blut in ihnen zurück gehalten. Sie schwellen um so straffer an, wenn die Zwischenräume der Venengeflechte von einem fibrösen Faden- oder Balkengewebe unterstützt sind, welches letztere mit einer fibrösen äussern Haut zusammen hängt, wie an den corpora cavernosa penis. Injectionsmassen gelangen aus den Arterien der Ruthe ziemlich leicht in die Venen, besonders an dem corpus cavernosum der Urethra und der Eichel; M. J. Weber hat mir eine Suite schöner Injectionen des Penis von den Arterien aus gezeigt. Vergl. Cuvier *vergl. Anat.* 4. 468. Moreschi, Meck. *Archiv* 5. 403. Ribes, ebend. 447. Tiedemann, Meck. *Archiv* 2. 95. Panizza *osservazioni antropo-zootomico-fisiologiche. Pavia* 1830. Zwischen den anastomotischen Venen des corpus cavernosum penis liegen beim Pferde blassröthliche Faserbündel, welche im Allgemeinen der Länge nach verlaufen, aber balkenartig zusammenhängen. Mikroskopisch untersucht zeigen sie sich nicht wie Muskelfasern; beim Kochen geben sie selbst nach 7 Stunden keinen Leim. Die essigsaure Auflösung wird von Cyaneisenkalium gefällt; daraus kann man indess nur schliessen, dass das fragliche Gewebe nicht in die Classe der niedern Gewebe, des Zellgewebes, Sehnengewebes und elastischen Gewebes gehört. Beim Versuche an einem lebenden Pferde konnte ich an diesem Gewebe durch eine galvanische Säule keine Contraction erregen. S. Mueller's *Archiv* 1834. *p.* 50. 1835. *p.* 26.

Die Ursache der Erection ist bekanntlich vorzüglich örtliche oder vom Gehirn und Rückenmarke ausgehende Nervenreizung. Reizung des Rückenmarkes und Zerstörung desselben mit einem heissen Stabe bei einem Thiere bewirkten Erection und Ejaculation,

so wie auch Congestion zum Gehirn und Rückenmark diess verursacht, wie zuweilen bei Erhängten. Die Ruthennerven, deren Zweige sich in dem Gefässgewebe der Ruthe verbreiten, sind die nächste Ursache zur Anhäufung des Blutes in demselben. Guenther hat beobachtet, dass nach Durchschneidung dieser Nerven beim Pferde das Glied nicht mehr erigirt werden kann. Meck. *Archiv* 1828. 364. Als der operirte Hengst zu einer Stute gebracht wurde, zeigte er zwar Lust zum Bedecken, allein die Ruthe blieb schlaff herabhängend. Am andern Tage war sie geschwollen, aber nicht erigirt.

Einige französische Schriftsteller, Chaussier und Adelon, und unter uns Stieglitz (*pathologische Untersuchungen* 1. 175.) nehmen an, dass der Zufluss des Blutes bei der Erection nicht das Erste, sondern die selbstständige Expansion des Gewebes das Ursprüngliche, die Anfüllung mit Blut die Folge bei der Erection sey. Hiergegen kann erwiedert werden, dass wir bis jetzt kein Beispiel einer activen Erweiterung kennen, und dass die künstliche Einspritzung des Penis die Erection vollständig nachahmt. Stieglitz vermuthet zugleich, dass die Stämme der Venen vielleicht auch einer Verschliessung durch Zusammenziehung fähig seyen. Versuche an der vena dorsalis penis des Hundes und Schafbokkes, die ich anstellte, sind dieser Hypothese geradezu entgegen. Krause (Stieglitz a. a. O. p. 188.) theilt den musculi ischiocavernosi die Fähigkeit zu, die Venen des Penis zu drücken, und so die Erection zu bewirken. Houston (*Dublin Hospital Reports* 1830. *T.* 5. Stieglitz a. a. O. 189.) hat sogar bei Thieren besondere Muskeln zwischen Penis und Schaambogen zur Compression der Vena dorsalis penis beschrieben. Sie sollen von den Schaambeinen entspringen, und sich über der Vena dorsalis mit einander in der Mittellinie verbinden. Sie sollen eine dünne Schichte musculöser und sehniger Fasern bilden. Diese Fasern sollen beim Menschen undeutlich seyn. Ich habe sie niemals finden können. Man kann zwar, wenn die Erection eben beginnt, durch eine willkührliche Zusammenziehung der Muskeln des Dammes diese momentan verstärken, aber diese Verstärkung ist nur momentan, wenn nicht die wahren Ursachen zur Erection vorhanden sind. Man kann die Musculi ischiocavernosi willkührlich zusammenziehen, aber hierdurch kann man keine Erection bewirken, wenn der Penis schlaff ist.

Nach einer von mir gemachten Entdeckung über den merkwürdigen Bau gewisser Arterien im Innern der corpora cavernosa lernen wir ganz neue Elemente der Erklärung der Erection kennen. Ich habe nämlich gefunden, dass es ausser den letzten feinsten, in Venenanfänge übergehenden und zur Ernährung der corpora cavernosa dienenden Zweigen der arteriae profundae penis noch eine ganz andere Art von Zweigen derselben giebt, welche theils kurze rankenartige Auswüchse von $\frac{1}{6}$ Millim. Dicke, theils Quästchen solcher rankenartigen Auswüchse mit gekrümmten, stumpfspitzen, blinden Enden giebt, die ich arteriae helicinae nannte. Diese Auswüchse ragen sämmtlich in die venösen Zellen der corpora cavernosa penis hinein; sie finden sich vorzüg-

lich im hintern Theile der c. cavernosa penis und des c. cavernosum urethrae. Obgleich sich an den Wänden dieser freien Arterienauswüchse, die sich am deutlichsten beim Menschen zeigen, keine Oeffnungen sehen lassen, so erleidet es doch keinen Zweifel, dass sie es sind, welche das Blut, das bei der Ernährung durch die viel feineren Zweige der arteriae profundae penis in die Venenanfänge übergeht, bei der Erection sogleich in die venösen Zellen ergiessen. Bei der Injection der art. profunda penis geht die Masse von Leim und Zinnober jedesmal in die Zellen über; beim Auswaschen der ausgeschnittenen cavernösen Körper finden sich dann die art. helicinae injieirt. Bei der lebendigen Ergiessung des Blutes aus diesen Ranken müssen dieselben durch den vom Rückenmarke ausströmenden Nerveneinfluss das Blut in grösserer Quantität anziehen. Diese Entdeckung wirft zugleich ein neues Licht auf die Wechselwirkung des Blutes, und der kleinsten Gefässe in anderen Theilen und auf den turgor vitalis. Siehe Mueller's *Archiv f. Anat. u. Physiol.* 1834. *p.* 202. *tab.* 13. Aus den cavernösen Körpern fliesst das Blut theils durch Emissarien an den Seiten und an der Oberfläche dieser Körper zurück in die Zweige der vena dorsalis penis; theils durch tiefere Venen, die an der Wurzel der c. cavernosa hervorkommen, unmittelbar in den plexus pubicus hinter der Symphyse der Schaambeine, wohin auch die vena dorsalis übergeht. Da diese tieferen Venen gar nicht in die vena dorsalis gehen, so kann auch keinerlei Druck auf die vena dorsalis Ursache der Blutanhäufung im Penis werden. S. Mueller im *encyclop. Wörterb. d. medicin. Wissensch. Art. Erection.*

Es ist sehr wahrscheinlich, dass manche Mittel, wie die adstringentia, Alaun etc., in der lebenden thierischen Materie überhaupt, und so auch in den kleinen Gefässen, eine Annäherung der Molecule, eine Verdichtung bewirken, vermöge welcher der Durchmesser dieser Theile kleiner wird. Denn anders können wir uns wohl die Wirkungen dieser Stoffe und der Kälte bei Blutflüssen aus ausgeschnittenen kleinen Arterien nicht erklären. Die Wärme dehnt das Blut und die Capillargefässe, wie die Stoffe, in der Regel aus. Dass die Thierstoffe und die Capillargefässe im lebenden Zustande gegen solche Einwirkung eine grössere Contractilität besitzen, ist sehr wahrscheinlich, fast gewiss, denn nur im lebenden Körper bewirkt die Kälte durch sogenannten Hautkrampf die Erscheinung der Gänsehaut in der Form von kleinen Erhebungen, welche nicht von blossem Zurücktritte des Blutes von den äusseren Theilen oder vermindertem Turgor herrühren kann, da die Gänsehaut nur im lebenden Körper möglich ist. Wollte man diese Erscheinung allein von dem Sichtbarwerden der Folliculi der Haut durch den Collapsus der Zwischenstellen ableiten, wie ich mir die Sache vorgestellt habe, so müsste diese Erscheinung auch im Tode möglich seyn. Die Erscheinung der Gänsehaut ist wirklich eine Art lebendiger schwacher Contractilität der Haut, durch welche die Folliculi sichtbarer werden. Eine ähnliche Contractilitätserscheinung kömmt an der Vorhaut durch Einwirkung der Kälte, und im höchsten Grade an der tunica dartos vor. Von

der Muscularcontractilität unterscheidet sich diese unmerkliche Contractilität, dass die Reaction allmählig und schwach erfolgt, und dass die Nervenkraft unter allen Umständen in den Muskeln Contraction erregt, während die unmerkliche Contractilität der Haut sich nur auf gewisse Reize, z. B. Kälte oder bei Nervenaffection, äussert, aber nur in solchen Umständen, welche zugleich den Trieb des Blutes nach der Haut vermindern, wahrscheinlich durch consensuelle Wirkung auf die Kraft des Herzens; dagegen alle Reize der Haut, bei welchen ein starker Zufluss von Blut zur Haut erfolgt, immer mit Turgor, aber nicht mit den Erscheinungen des Hautkrumpfes verbunden sind.

Wie weit die unmerkliche Contractilität in den thierischen Theilen verbreitet ist, lässt sich nicht angeben. Sie kömmt wahrscheinlich in stärkerm und geringerm Grade allen weichen organisirten thierischen Theilen zu, und es ist nichts entgegen, sie auch in den kleinen Arterien und Haargefässen vorauszusetzen. Nur ist nicht alles, was überhaupt reizt, ein Reiz zur Aeusserung der unmerklichen Contractilität, und es hängt die Zusammenziehung der kleinen Gefässe, z. B. bei Operationen, von plötzlichen specifischen Einflüssen, wie Kälte, ab, welche die Verdichtung, die Annäherung der Molecule der Arterien bewirken, während andere Reize ganz verschiedene Erfolge haben können, indem sie die Turgescenz vermehren, wie Wärme etc. Der Galvanismus bewirkt in den Capillargefässen nach Wedemeyer niemals eine Contraction, sondern Stockung des Blutes durch Gerinnung desselben; dagegen will Wedemeyer eine deutliche anhaltende Verengerung in den kleinsten Arterien auf galvanischen Reiz beobachtet haben, und zwar sowohl, wenn er den negativen Pol, als wenn er den positiven auf die Gefässchen applicirte, so dass die Zusammenziehung nicht von der Entwickelung der Säure am positiven Pole (aber doch wohl vom Alkali am negativen) herrühren könnte.

Es schien anfangs, dass directe Versuche über die Wirkung von verschiedenen Stoffen bei der Application auf die Capillargefässe unsere Kenntnisse über die Fähigkeit derselben, die Capillargefässe zu verengern, oder vielleicht durch Vermehrung der Turgescenz zu erweitern, sehr vermehren würden. Allein wir befinden uns in einer gänzlichen Verwirrung über die Zustände, welche verschiedene chemische Substanzen auf die Capillargefässe applicirt, in ihnen hervorrufen. Thomson, Wilson, Hastings, Kaltenbrunner, Wedemeyer und Koch haben hierüber interessante Beobachtungen angestellt. Man beobachtet auf Application chemischer Agentien auf die kleinen Arterien, Haargefässe und Venen zweierlei Veränderungen. In vielen Fällen tritt Erweiterung der Haargefässe nach einigen Minuten ein, wie z. B. immer nach Application des Kochsalzes (Thomson, Hastings, Wedemeyer, Oesterreicher und Koch). Doch sah Wedemeyer, dass die kleinen Arterien des Mesenteriums durch Kochsalz sich zuerst um $\frac{1}{5}$ ihres Durchmessers verengten, und dass dann eine grosse Erweiterung eintrat. Nach Application von Ammonium hat Thomson Verengerung der Gefässe mit Abnahme der Schnelligkeit der Blutbewegung, Wedemeyer und Hastings dagegen Erweiterung der Ge-

fässe mit Stockungen beobachtet; OESTERREICHER sah auf Application einer schwachen Auflösung von Ammonium Erweiterung, nach Application concentrirter Stoffe Verengerung der Gefässe mit endlicher Stockung der Blutbewegung; Weingeist verengerte die Gefässe in HASTINGS Versuchen, eben so wie heisses Wasser bei Fröschen, Eis zog die Gefässe ebenfalls zusammen. Häufig bemerkte HASTINGS, dass diese Mittel zuerst Verengerung, späterhin Erweiterung bewirkten. WEDEMEYER sah von tinct. opii, acidum tartaricum, höchst verdünnter Salzsäure, Alcohol keine constante Resultate. Nur in ein paar Fällen sah er, dass Alcohol auf Arterien und Haargefässe applicirt, den Blutlauf hemmte, ohne doch in den Arterien eine deutliche Contraction hervorgebracht zu haben. In den Fällen, wo Stoffe eine Erweiterung hervorbringen, sieht man in der Regel auch Stockung des Blutes, nur THOMSON bemerkte bei der Erweiterung von Kochsalz bald vermehrte Schnelligkeit, bald Stockung. Man bemerkt auch bei verengerten Gefässen bald vermehrte, bald verminderte Schnelligkeit. In einem verengerten Kanale muss die Schnelligkeit ceteris paribus zunehmen, nach einer andern Ursache dagegen abnehmen, wenn die Ursache, welche den Kanal zusammenzieht, auch das Blut zäher macht und zum Gerinnen bringt. In einem erweiterten Kanale müsse das zugeführte Blut ceteris paribus langsamer fliessen, nur insofern die von aussen bewirkte Erweiterung die Friction vermindert, wird das Schnellerfliessen begreiflich. Die Erklärung jener Phänomene ist jetzt noch ganz unmöglich.

Es kann seyn, dass die Zusammenziehung in allen jenen Fällen eine active Contraction der thierischen Theile, es kann aber auch seyn, dass sie eine bloss chemische Wirkung ist, und in der todten Materie eben so wirkt, indem eine Materie z. B. den thierischen Theilen einen Theil ihres Wassers entzieht. Es kann seyn, dass die Wirkung der Stoffe, welche Erweiterung der Haargefässe bedingen, durch vermehrte Turgescenz oder organische Affinität zwischen Blut und Substanz wirkt; es kann aber auch diese Erscheinung eben so gut durch blosse Endosmose erfolgen. Siehe 5. Cap. Ein Salz durchdringt die Theile bis zu den Capillargefässen, dieses Salz strebt sich in dem Blute aufzulösen; das Blut der Capillargefässe strebt das Salz zu lösen. Durch diese Anziehung muss das Blut in den Capillargefässen aufgehalten und angehäuft werden, und die Gefässe müssen sich erweitern und die Blutbewegung stocken. Es ist sogar wahrscheinlich, dass in der Regel, wenn ein Salz Erweiterung der Capillargefässe bewirkt, diess durch blosse Endosmose geschieht.

Da die genannten Versuche mit Application fremder Materien auf die Capillargefässe in Hinsicht der Resultate so verschiedene Auslegung zulassen, so tragen sie auch fast gar nichts zur Erklärung des Zustandes der Capillargefässe in der Entzündung bei, und wir müssen uns beschränken, hier bloss das Thatsächliche des Entzündungsprozesses mitzutheilen, wie es besonders THOMSON, KALTENBRUNNER und KOCH kennen gelehrt haben. THOMSON *über die Entzündung*, übers. von KRUKENBERG. *Halle* 1820. KALTENBRUNNER *exp. circa statum sanguinis et vasorum in inflammatione.*

*Monach.* 1826. Eine kritische, auf eigene Beobachtungen gestützte Arbeit hat Koch, Meck. *Archiv f. Anat. u. Physiol.* 6., geliefert.

Ein entzündetes Organ enthält zu jeder Zeit der Entzündung mehr Blut in den kleinsten Gefässen oder Capillargefässen; allein die Bewegung des Blutes durch die Gefässe ist in verschiedenen Zeiten ganz verschieden, im Anfange strömt das Blut nicht allein in Menge dem entzündeten Parenchyma zu, es wird auch wieder ohne grosses Hinderniss in die Venen weiter geführt; in dem Grade aber, als die Entzündung weiter schreitet, stockt die Circulation zuerst in einzelnen, dann in immer mehr ausgefüllten Capillargefässen, und im höchsten Grade der Ausbildung sind alle Capillargefässe mit wahrscheinlich geronnenem, jedenfalls aber auf irgend eine Art zersetztem stockendem Blute gefüllt. Nach Koch soll sich dabei der Färbestoff der Blutkörperchen im Serum auflösen, was im gesunden Blute unmöglich ist, und mir auch noch in der Entzündung zweifelhaft scheint, da die faserstoffigen Exsudate blutig seyn müssten. Nach Koch entstehen keine neuen Gefässe in entzündeten Theilen (wobei aber zu erinnern ist, dass sie jedenfalls sicher oft in dem exsudirten Faserstoffe entstehen). Membranen, welche eine freie Oberfläche darbieten, ergiessen im Zustande der höchsten Ueberfüllung der Capillargefässe den im Blute aufgelösten Faserstoff, welcher dann auf der Oberfläche der Membran coagulirt und eine Pseudomembran bildet. Wo die Exsudation nicht erfolgen kann, häuft sich die gerinnbare Materie in den Capillargefässen der Organe selbst an. Wenn diese Stockung nur in einzelnen Strecken der Capillargefässe stattfindet, andere aber noch eine unvollkommene Circulation in dem Organe unterhalten, so ist das Organ bloss verdichtet, was man in den Lungen hepatisirt, in anderen Organen verhärtet nennt. Wenn aber durch die Heftigkeit der Entzündung alle Circulation in einem Organe aufhört, und alle Capillargefässe nicht allein coagulirtes, sondern auch zersetztes Blut enthalten, und die Substanz selbst zersetzt ist, so wird ein solcher Theil brandig, d. h. es tritt örtlicher Tod ein. Thomson (Meck. *Archiv* 1. *p.* 448.) hat beobachtet, dass die Gefässe im Brande zuweilen mit coagulirtem Faserstoffe gefüllt, zuweilen durch Entzündung verwachsen sind. Brand tritt leichter bei geschwächtem Nerveneinflusse und in gelähmten Theilen ein.

Wird endlich die Entzündung noch längere Zeit durch neue Ursachen oder durch die Dauer der alten hingehalten, so wird die Substanz der Organe auf eine eigenthümliche Weise zersetzt; es stossen sich nämlich die zersetzten Theile als Eiter ab, eine aus Kügelchen bestehende Materie, die grösser sind als die Blutkörperchen. Niemand, auch Kaltenbrunner nicht, hat die Entstehung des Eiters noch gehörig mikroskopisch beobachtet. Man kann hierzu kein kaltblütiges Thier brauchen, und man müsste die Untersuchung an Säugethieren, Fledermausflügeln anstellen.

Zwar beginnt die Entzündung mit Phänomenen, die der Turgescenz ähnlich sind. Die Organe nehmen durch veränderte organische Affinität zwischen Blut und Substanz mehr Blut auf als sonst, und verhindern seinen Ausfluss. Allein man muss sich sehr hüten, diess vermehrtes Leben zu nennen, was eine Störung der

Function bewirkt, und ein Bestreben der Natur zur Folge hat, die durch den Entzündungsreiz verursachte materielle Veränderung, eine die Action des Organes verhindernde Verletzung, wieder auszugleichen. Wäre das Leben erhöht, so würden die krankhaften Ausgänge der Entzündung nicht eintreten. In der Wiedererzeugung der Geweihe, in dem Phänomen der Erection, in der Turgescenz des Uterus nach der Conception ist wirklich Turgescenz mit örtlich vermehrter Lebenskraft verbunden. Reizung und Lebenskraft steigen hier gewissermassen in gleichem Grade, aber in dem Phänomen der Entzündung steigt nur die materielle Veränderung; der Schein von Turgescenz, wobei die materiell veränderten Theile das Blut zurückhalten oder anziehen, um ihren Zustand wieder herzustellen (?), geht allmählig mit der Anhäufung des Blutes und mit der materiellen Veränderung des Organes in örtlichen Tod über, sobald die materiell veränderten Theile die Fähigkeit, welche sie im gesunden Zustande haben, die vitalen Eigenschaften des Blutes zu erhalten, verlieren und das Blut sich innerhalb der Capillargefässe zersetzt. Entzündung entsteht von Reizung der Capillargefässe, ist aber an sich weder ein vermehrtes noch ein vermindertes Leben, weder Sthenie noch Asthenie, sondern ein eigenthümlicher Zustand, der bald mit noch normalen allgemeinen Lebenskräften, bald mit unterdrückten Lebenskräften vorkömmt, und im Maasse seiner Ausbildung in einem wichtigen Organe jedesmal auch die Lebenskräfte erschöpft, wenn sie im Anfange nicht erschöpft waren; sie ist wesentlich eine durch materielle Veränderung bewirkte krankhafte Wechselwirkung zwischen Substanz und Blut, zusammengesetzt aus einer örtlichen Verletzung, einer örtlichen Neigung zur Zersetzung und einer organischen Thätigkeit, welche dem Zersetzungsstreben das Gleichgewicht zu halten strebt, was zuweilen unter den Erscheinungen einer heilenden Wunde gelingt, zuweilen nicht gelingt.

Wenn die Haut in Entzündung versetzt wird, durch ein Vesicans, so sondert sie zuerst statt Perspiration und Schweiss eine Flüssigkeit ab, welche nur aufgelöstes Eiweiss enthält; wird die Entzündung aber heftiger, so kann jede Haut Faserstoff ausschwitzen, und in der letzten Zeit der Entzündung wird nur Eiter gebildet.

Verschiedene Schriftsteller haben in der neuern Zeit zu beweisen gesucht, dass die Nerven einen grossen Antheil an der Bewegung des Blutes in den Capillargefässen haben. Treviranus und Baumgaertner haben am meisten diese Ansicht unterstützt. So gewiss es ist, dass vom Einflusse der Nerven die Turgescenz der Theile abhängt, ihre Anziehung gegen die ernährende Flüssigkeit, so wenig wird der Kreislauf hierdurch nothwendig unterstützt. Die zahlreichen, von dem trefflichen Baumgaertner angestellten Versuche beweisen den Antheil der Nerven an dem Kreislauf durch die Capillargefässe durchaus nicht evident. Dieser wahrheitliebende Forscher ist aufrichtig genug, zu gestehen, dass viele seiner ingeniösen Versuche nicht stringent beweisen; allein durch die Zahl unvollkommener Beweise wird die Sache nicht besser bewiesen. Baumgaertner bewirkte zwischen dem Nervus ischiadicus

und den Fusszehen eines Frosches einen starken galvanischen Strom, welcher die Reizbarkeit dieser Nerven zerstörte, worauf der Blutlauf in den mehrsten Fällen in dem Gliede aufhörte. Da aber hier durch den starken galvanischen Strom die Nervenkraft zerstört wurde, so wurde auch die Ursache aufgehoben, welche die Gerinnung des Blutes verhindert, und ausserdem bewirkt schon der Galvanismus die Gerinnung des Eiweisses im Blute. Nach Zerstörung des Rückenmarkes und Gehirns sah Baumgaertner den Blutlauf sich verlangsamen, obgleich das Herz noch fortschlug; allein die Bewegung des Herzens selbst war geschwächt, und alle Versuche, wo es auf ein unbestimmtes Mehr oder Minder ankömmt, beweisen nicht. Treviranus hatte behauptet, dass nach Durchschneidung des Nervus ischiadicus der Blutlauf in der Schwimmhaut aufhöre, diess fand jedoch Baumgaertner selbst nicht bestätigt, wenn die Schwimmhaut gehörig nass erhalten wurde. Die zahlreichen Versuche von Wilson Philip (*an experimental inquiry into the laws of the vital functions. London* 1817.) beweisen nichts weniger als den Einfluss der Nerven auf die Bewegung des Blutes in den Capillargefässen. Die von ihm auf Gehirn und Rückenmark applicirten Narcotica, Opium, Infusum nicotianae, machen die Bewegung des Blutes in den Capillargefässen langsamer, aber durch das Herz; die plötzliche Zerstörung der Centraltheile des Nervensystems hebt den Kreislauf in den Capillargefässen auf, aber durch das Herz. Koch (Meck. *Archiv* 1827. *p.* 443.) hat einen ingeniösen Versuch angestellt, um zu sehen, ob die Nerven Antheil an der Blutbewegung in den Capillargefässen haben, ein Versuch, der durch seine Einfachheit wirklich zu einem Resultate führen könnte. Er beobachtete nach Amputation des Beines eines kleinen Frosches in der Schwimmhaut des amputirten Gliedes nur 3 Min. lang Bewegung. Wenn er aber alle Theile bis auf den Nervus ischiadicus durchschnitt, so dauerte die Bewegung $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ Stunde. Ich habe diesen Versuch wiederholt, er hat mir aber nicht dieselben Resultate geliefert. Nach völliger Amputation des Beines bei starken Fröschen sah ich in der Schwimmhaut langsame Bewegungen noch 10 Minuten lang, und es war kein Unterschied, als ich den Nervus ischiadicus allein die Communication bilden liess. Etwas, was hier Irrthum veranlassen kann, ist, dass der Frosch die Muskeln des amputirten Unterschenkels noch willkührlich bewegt, so lange der Nervus ischiadicus unverletzt ist und die Communication erhält. Nach einer Zusammenziehung dieser Muskeln sieht man immer wieder eine kleine Bewegung in dem Blute der Capillargefässe, welche aber eine ganz mechanische Ursache hat.

Bei den Fröschen kann man leicht das Rückgrath öffnen, die hinteren Wurzeln der Nerven für die Hinterbeine vom Rückenmark ablösen, und mit einer Zink- und Kupferplatte galvanisiren. Diese hinteren Wurzeln der Spinalnerven erregen keine Zuckungen in den Muskeln, wenn man sie mechanisch oder galvanisch durch Application beider Pole auf die Wurzeln irritirt, dagegen die vorderen Wurzeln unter diesen Umständen auf der Stelle Zuckungen erregen. Ich wollte nun sehen, ob Application des Galvanismus auf eine hintere Wurzel die Bewegung des Blutes in der Schwimm-

haut beschleunigt, ein delicater und etwas complicirter Versuch, bei dem mir Herr Stud. HOEVEL assistirte. Ich fand durchaus keine Veränderung der Blutbewegung mit dem Mikroskope in dem Momente, als der Assistent die Kette an der hintern Wurzel schloss. Die vorderen Wurzeln eignen sich zu diesem Versuche nicht, weil dann Zuckungen entstehen, welche die Blutbewegung verändern. Es könnte indess freilich seyn, dass gerade die vorderen Wurzeln Einfluss auf die Turgescenz in den Capillargefässen ausübten. Erwägt man alles diess, so folgt, dass die Nerven wahrscheinlich nicht zur Unterstützung des Kreislaufes in den kleinen Gefässen beitragen, obgleich es gewiss ist, dass die Anhäufung des Blutes in gewissen Theilen bei der Turgescenz vorzüglich von einer gewissen Affinität zwischen Substanz und Blut herrührt, und von den Nerven vorzüglich abhängig ist. Zur Unterhaltung des Kreislaufes in den kleinen Gefässen ist übrigens keinerlei Hülfskraft nöthig, weil selbst bei geschwächtem Herzen des Frosches das Blut noch stossweise in den kleinen Gefässen durch die Kraft des Herzens weiter getrieben wird.

### c. Von den Venen.

Wenn die Kraft des Herzens ausreicht, das Blut durch die Arterien, durch die Capillargefässe, und trotz aller Hindernisse wieder durch die Venen zum Herzen selbst zu treiben, so dringt innerhalb einer gewissen Zeit so viel Blut durch die Venen wieder ins Herz, als durch die Arterien aus ihm heraustritt. Die Kraft des Herzens kann aber auch für diesen Zweck noch durch besondere Hülfsmittel unterstützt seyn. Diess sind die Klappen, welche so angeordnet sind, dass abwechselnder Druck auf die Venen die Bewegung des Blutes nach dem Herzen befördert, während der Mangel an gehöriger Körperbewegung schon aus diesem Grunde den Kreislauf erschweren muss. Eigenthümliche Bewegungen der Venen giebt es ausser an dem Anfange der Hohlvenen und der Lungenvenen nicht, und man sieht bei Säugethieren deutlich die Grenze, wie weit sich diese Bewegung der Hohlvenen erstreckt, weil der darüber hinaus gelegene Theil der Venenstämme vielmehr ausgedehnt ist, während sich die contractilen Anfänge der Hohlvenen verengern. FLOURENS, der die Abdominalvenenstämme der Frösche sich bewegen sah, kannte den Einfluss der Lymphherzen der Frösche nicht, welche die Lymphe in die Venenstämme treiben. Aber bei dem Aal giebt es nach MARSHALL HALL's Entdeckung eine Art Hülfsherz am Schwanzende, ein Organ, das ich bei anderen Fischen nicht gefunden habe. FRORIEP's *Not.* 727. Diess liegt zu den Seiten des letzten Schwanzwirbels, ist doppelt und treibt das Blut, das es aus den feinen Venen des Endes der Schwanzflosse aufnimmt, in die *vena caudalis*. Viele Neuere halten die Kraft des Herzens für ungenügend, und schreiben der Saugkraft des Herzens einen gewissen Antheil an dem Kreislaufe zu, indem nach dieser Ansicht nach der Zusammenziehung der Höhlungen diese wieder zu einem mittlern Zustande von Erweiterung gelangen, und einen relativ leeren Raum bilden.

Zugenbuehler *diss. de motu sang. per venas, Archiv der Med. und Chir. Schweiz. Aerzte.* 1816. Schubarth in Gilbert's *Annalen* 1817. Dagegen Carus, Meck. *Archiv* 4. 412. Die Erweiterung der Herzhöhlen nach der Zusammenziehung ohne eine Flüssigkeit, welche sie ausdehnt, kann zwar nur gering seyn. Es fragt sich aber, wie viel auf die Saugkraft des Herzens bei der Circulation zu rechnen ist. Die grossen Venen werden bei der Zusammenziehung des Vorhofes vom Blute voller, indem ein Theil des Blutes zurückprallt, oder das zuströmende Blut aufgehalten wird, und während der Erweiterung leerer. Diess haben Magendie, Wedemeyer gesehen, und ich habe mich davon beim Hunde überzeugt. Diess Factum muss man kennen zur Beurtheilung der Versuche. Wedemeyer und Guenther öffneten einem Pferde die vena jug., nachdem sie oberhalb unterbunden war, in diese wurde ein Catheter gesteckt, der mit einer gebogenen Glasröhre verkittet war. Die absteigende längere Branche der Glasröhre (2 Fuss) wurde in ein Glas mit Wasser gehalten. Anfangs traten Inspiration und Herzschlag fast gleichzeitig und gleich schnell, 30mal in der Minute ein, eben so häufig stieg das gefärbte Wasser 2 und mehrere Zolle in der Glasröhre rasch auf, und sank dann jedesmal auf seinen frühern Standpunkt zurück. Allmählig wurden die Inspirationen doppelt so häufig als die Pulsschläge, und nun sahen Wedemeyer und Guenther lange Zeit, dass die Flüssigkeit nicht bei jeder Inspiration, sondern bei jedem Pulsschlage, und mithin gleichzeitig bei jeder Erweiterung des Vorhofes aufstieg. Dieser Versuch scheint die Saugkraft des Herzens ausser Zweifel zu setzen. Dass indess diese Kraft nicht die vorzüglichste Ursache ist, durch welche das Blut sich in den Venen bewegt, beweist das Factum, dass die Kraft des Herzens bis in die Venen reicht, dass ein durchschnittener Venenstamm fortdauernd aus dem dem Herzen entgegengesetzten, mit den Capillargefässen und Arterien in Verbindung stehenden Stücke Blut ergiesst. Bei der Zusammendrückung der Brust durch das Ausathmen werden die Gefässe der Brust comprimirt. Dieser Druck hält das Blut in den Venenstämmen auf, und verstärkt den Strom in den Arterien. Magendie zeigte, dass die Arterien bei der Exspiration stärker spritzen; er durchschnitt den Venenstamm eines Gliedes, unterband das zum Herzen gewandte Stück, und beobachtete nun, dass das Venenblut bei jeder Exspiration mit verstärktem Strome floss. Offenbar ist nun doch die Zusammendrückung der Gefässe bei der Exspiration eine weit geringere Kraft, als die des Herzens.

Neulich hat Barry den Untersuchungen über die Bewegung des Blutes in den Venen eine neue Wendung gegeben. Im vollen Zustande erfüllt das Herz den Herzbeutel ganz. Wenn es sich nun zusammenzieht, so entsteht ein relativ leerer Raum in demselben. Das Blut der Venenstämme muss die Vorhöfe füllen, und diese den relativ leeren Raum des Herzbeutels auszufüllen streben. Barry legt aber noch mehr Gewicht auf die Inspiration, er behauptet, durch das Einathmen, oder Erweitern der Brusthöhle entstehe in der Brusthöhle ein relativ leerer Raum, und es müsse daher jede Flüssigkeit von aussen oder von innen streben, diesen Raum ein-

zunehmen. Von aussen thut es die atmosphärische Luft, indem sie die Lungen im Maasse der Erweiterung der Brusthöhle ausdehnt, von innen müssen vermöge des äussern Luftdruckes die Flüssigkeiten der Gefässe zuströmen, und die Gefässstämme sich strotzend füllen. Da aber nach jeder Zusammenziehung des Herzens in dem Herzbeutel ein relativ leerer Raum entsteht, den die sich mit Blut füllenden Vorhöfe auszufüllen streben, so muss das Zuströmen des Blutes nach der Brusthöhle im Acte der Inspiration auch vorzugsweise nach den Vorhöfen stattfinden. Froriep's *Notizen n.* 260. 374. 393. 394. Barry schob eine gebogene Röhre in die geöffnete und oberhalb unterbundene vena jugularis eines Thieres, und liess das untere Ende in ein Gefäss mit gefärbter Flüssigkeit halten. Er sah, dass bei jeder Inspiration die gefärbte Flüssigkeit in der Röhre aufstieg, bei der Exspiration aber still stand, oder selbst theilweise zurück trat. Wenn die Röhre dieses Apparates in den Herzbeutel selbst gebracht wurde, so beobachtete er auch das Aufsteigen der Flüssigkeit. (?)

Poiseuille hat diesen Gegenstand auf eine zuverlässigere Art untersucht. Er bediente sich des schon beschriebenen, dem Heberbarometer ähnlichen Instrumentes. Während sich die Röhre in einer verticalen Lage befindet, wird eine Auflösung von unterkohlensaurem Natron hinein gebracht, welches die Eigenschaft besitzt, das Blut, mit welchem sie sich vermischt, in flüssigem Zustande zu erhalten. Die Flüssigkeit füllt den kleinen herabsteigenden Schenkel, und steigt im grossen aufsteigenden Schenkel bis zu gleicher Höhe des horizontalen Anfangsstückes. Dieser Punkt ist der Nullpunkt der Scala, welche in Millimetern auf dem grossen verticalen Schenkel verzeichnet ist. Indem man nun in eine Vene das an dem horizontalen Theile angeschraubte Anfangsstück einführt, wird die Flüssigkeit, wenn eine Anziehung durch Saugen stattfindet, zum Theil in die Vene übertreten, und in dem langen verticalen Schenkel unter Null fallen, im umgekehrten Falle steigen. Nachdem das Instrument in die ven. jug. ext. eines Hundes eingeführt war, beobachtete man, dass die Flüssigkeit im Momente der Exspiration steigt, im Momente der Inspiration fällt. Das Steigen betrug 85 Millim., das Fallen — 90, später das erste 60, das zweite — 70. Bei grossen Anstrengungen betrug das Steigen während der Exspiration 140—155 Millimeter, das Fallen — 240 —250 beim Einathmen. Diese Versuche, welche wiederholt gleiche Resultate lieferten, bestätigen die Schlussfolge von Barry, dass die Brust im Augenblicke des Einathmens in den starken Venenstämmen der Brust eine Annäherung des Blutes der Venen erzeugt. Anderseits kann die Exspiration die Bewegung des Venenblutes nicht in allen Venen aufhalten; weil die Klappen in den Venen, welche dem Muskeldrucke ausgesetzt sind, das Zurückweichen des Blutes verhindern.

Barry hat den Einfluss des Einathmens auf die Anziehung des Venenblutes überschätzt. Dieser Einfluss zeigt sich nur an den der Brust nahen Venenstämmen. Dagegen erhielt Poiseuille gar keine Veränderung des Niveaus an seinem Instrumente, an den ferneren Venen, z. B. den Venen der Extremitäten. Das Einath-

men entleert die Venenstämme der Brust, das Blut der anderen Venen findet dadurch weniger Widerstand; aber dieser Einfluss ist nicht die Hauptursache der Bewegung des Venenblutes, er fällt ohnehin bei den nicht durch Erweiterung der Brust, sondern durch Schlucken einathmenden Amphibien, bei den Fischen und im Foetus weg.

Es ist also keinem Zweifel unterworfen, dass die Kraft, welche das Blut in den Arterien bewegt, auch seine Bewegung in den Haargefässen, und sein Zurückströmen in den Venen bis zum Herzen bedingt, und dass die Anziehung des Blutes in den Hauptvenenstämmen beim Einathmen, die Saugkraft, die Klappen der Venen nur einen Theil des Widerstandes, den das Blut auf diesem Wege erfährt, wieder aufheben. Dass die Capillargefässe diese Kraft nicht aufheben, wird auch aus dem Kreislaufe der Fische bewiesen, deren Arterienblut noch zu allen Organen geführt wird, nachdem es zuvor schon durch das Capillargefässsystem der Kiemen durchgegangen ist. Die Kraft des Herzens hat hier das Blut durch zwei Capillargefässsysteme, zuerst durch die Kiemen, dann durch die Arterien, die, wie wir von Nysten wissen, hier auch nicht contractil sind, und wieder durch das Capillargefässsystem des ganzen Körpers zu treiben. So reicht auch die Kraft des Herzens hin, das Blut bei allen Wirbelthieren noch durch das Capillargefässsystem der Pfortader zu treiben, nachdem es schon die Capillargefässe des Darmes, der Milz etc. durchgegangen ist.

Die Veränderungen der Blutbewegung, welche durch die Athembewegungen entstehen, bewirken in einigen Theilen eine Art von Anschwellung, indem die Zusammendrückung der Brust im Ausathmen die Gefässstämme comprimirt, das Blut der Arterien, stärker aus der Brusthöhle austreibt, und das Einströmen des Venenblutes in den rechten Vorhof aufhält. Man sieht daher nicht allein die Jugularvenen beim Ausathmen voller, sondern selbst das Gehirn zur Zeit des Athmens blutreicher werden, so dass das blossgelegte Gehirn auch bei Menschen, welche trepanirt sind, beim Ausathmen sich etwas erhebt, und beim Einathmen senkt. Magendie will diess auch vom Rückenmarke beobachtet haben. Während des Lebens kann bei geschlossenem Schädel keine Bewegung des Gehirnes durch das Athmen entstehen, da die Schädelhöhle von festen Wänden eingeschlossen ist und das Gehirn sein Volumen nicht verändern kann. Was man darüber vorgebracht hat, lässt sich leicht durch die physicalische Unmöglichkeit widerlegen.

Wenn die Bewegung des Blutes in den Venenstämmen durch mechanische Hindernisse gehemmt wird, so entsteht Erguss von wässerigen eiweisshaltigen Theilen des Blutes in die Höhlen und ins Zellgewebe. Faserstoff wird nicht ergossen, vielleicht weil die Lymphgefässe beständig aufgelösten Faserstoff abführen.

Häufig findet man in den Arterien nach dem Tode Blut, wie bei Erhängten, Ertrunkenen, im Kohlendampfe Erstickten, nach Entzündungen, in verknöcherten Arterien. Siehe Otto *path. Anat.* 1. 343. Aber gemeiniglich findet man die Arterien leerer als

die Venen. Es ist bekannt, dass die Arterien gewöhnlich sich in dem Maasse verengern und verkürzen, als sie weniger Blut enthalten, d. h. bis auf eine gewisse Grenze. Die elastische Verengerung der Arterien treibt nun im Tode noch das Blut in einem gewissen Grade weiter, insoweit nämlich die Arterien streben, ihren spätern engen Zustand einzunehmen. Einige Zeit nach dem Tode muss die Menge der Flüssigkeiten in den Gefässen beträchtlich vermindert seyn, weil bei der Fähigkeit der thierischen Theile, durch ihre Porosität sich mit wässerigen Flüssigkeiten zu imbibiren, sie flüssige Theile des Blutes durchlassen. Carson (Meck. *Archiv* 6. 604.) schreibt das Leerseyn der Arterien vorzüglich den Lungen zu; indem diese nach dem letzten Athemzuge durch ihre Elasticität sich zusammenziehen, soll ein leerer Raum entstehen, den die Flüssigkeiten durch Erweiterung der venösen Stämme der Brust und der Lungen einnehmen sollen. Carson sah die Arterien voller bleiben, wenn er bei sterbenden Thieren den Brustkasten öffnete. Allein die Elasticität der Lungen kann nicht so gross seyn.

Parry, welcher zwar die rhythmische Contractilität der Arterien läugnet, aber den Tonus oder die unmerkliche gleichförmige Contractilität derselben ausser der Elasticität annimmt, erklärt die Erscheinungen folgendermaassen: Nach dem Tode ziehen sich die Arterien durch ihren Tonus stärker zusammen, als sie durch ihre Elasticität gethan haben würden, wodurch das Blut zum Theil in die Venen getrieben wird. Bald hört der Tonus auf, und die Arterien werden nun wieder weiter. Diese Veränderungen des Durchmessers der Arterien will Parry nach dem Tode beobachtet haben. Bei der unerwiesenen Hypothese, dass die Theilchen des arteriellen Blutes von den Theilchen der Substanz angezogen werden, aber dunkelroth geworden, diese Anziehung verlieren, liesse sich eine Erklärung aufstellen, die unwahrscheinlicher ist.

## V. *Capitel.* Vom Verhalten der Blutgefässe bei der Aufnahme und Ausscheidung der Stoffe.

### a. Von der Resorption.

Vor der Entdeckung der Lymphgefässe durch Asellius 1622 schrieb man den Venen die Resorption zu. Nach dieser Entdeckung, und nachdem man die Lymphgefässe in den meisten Organen kennen gelernt hatte, hielt man sie für die alleinigen Organe der Resorption. Die Ansicht von der Resorption der Lymphgefässe stützt sich auf das Anschwellen der Lymphgefässe des Darmes einige Zeit nach dem Essen; ferner auf das anatomische Verhältniss, dass diese Gefässe durch Klappen den Lauf des Chylus und der Lymphe gegen den ductus thoracicus befördern, den entgegengesetzten hemmen müssen. Indessen hat man in verschiedenen Zeiten dagegen gewarnt, dass man die Lymphgefässe nicht als einzige Organe der Resorption betrachten könne. Bekannt

ist die Resorption der Knochenmasse im Innern der Knochen bei Entstehung ihrer Zellen, die Absorption der Alveolen der Zähne, bei den Alten, und doch existiren in den Knochen keine Lymphgefässe. Man kennt die Resorption von Eiter, Stücken der Crystalllinse und Blut im Auge, von dessen Innerm doch keine Lymphgefässe bekannt sind. Endlich dürfte man nur an die Aufsaugung der Dotterflüssigkeit von der Keimhaut erinnern, von welcher Niemand behaupten wird, dass sie in den ersten Tagen schon Lymphgefässe besitze, wenn nicht auch die wirbellosen Thiere (ohne Lymphgefässe) dasselbe lehrten. Allein die Thatsache einer unmittelbaren Resorption in das Blut ohne Vermittelung der Lymphgefässe musste auf einem langwierigen experimentellen Wege gefunden werden, wobei sich MAGENDIE, EMMERT, MAYER, LAWRENCE, COATES, TIEDEMANN, GMELIN und WESTRUMB vorzügliche Verdienste erworben haben. DELILLE und MAGENDIE trennten bei einem Hunde den Schenkel vom Körper bis auf die art. und ven. cruralis, welche die Communication mit dem Stumpfe unterhielten. Diese beiden Gefässe wurden rein präparirt und ihre äussere Zellhaut weggenommen, 2 Gran eines sehr starken Giftes (upas tieute) wurden darauf in den Fuss eingebracht (enfoncés). Die Wirkung des Giftes war eben so schnell, als wenn der Schenkel unverletzt gewesen, so dass die Symptome in 4 Minuten sich zeigten, und das Thier in 10 Minuten dem Tode unterlag. MAGENDIE und DELILLE machten einen ähnlichen Versuch an der Darmschlinge eines Hundes, dessen Lymphgefässe durch eine gute Mahlzeit vorher sichtbar gemacht worden. Die Darmschlinge wurde an zwei Stellen unterbunden, mit einem Zwischenraume von 4 Decimeter. Sie unterbanden auch die Lymphgefässe dieser Schlinge mit zwei Ligaturen, und schnitten sie dazwischen durch. Sie überzeugten sich, dass keine weiteren Lymphgefässe von der Darmschlinge führten, so dass dieselbe nur durch die Arterien und Venen mit dem Kreislaufe in Verbindung stand. Darauf injicirten sie in die Darmschlinge 2 Unzen decoct. nuc. vom., der Ausfluss wurde durch eine Ligatur gehindert. Nach 6 Minuten zeigten sich die Symptome der Vergiftung. MECK. *Arch.* 2. 1816. *p.* 253. *précis de physiol.* 2. 203.

MAGENDIE legte bei einem jungen Hunde von 6 Wochen eine Jugularvene bloss, und isolirte sie in ihrer ganzen Länge, so dass er eine Karte darunter bringen konnte. Dann liess er auf die Vene eine wässerige Auflösung von extract. nuc. vom. spirit. wirken. Die Vergiftungssymptome zeigten sich vor der 4ten, bei erwachsenen Hunden nach der 10ten Minute. *Physiol.* 2. 279.

SEGALAS (MAGENDIE *Journal de Physiol.* 2. *p.* 117.) hat diese Versuche auf andere Art wiederholt. Er konnte nach Unterbindung der Blutgefässe oder der blossen Venen einer Darmschlinge und bei unversehrten Lymphgefässen, in einer Stunde nicht einen Hund durch Application des Giftes in der Darmschlinge tödten.

MAYER's Versuche mit Einspritzung von blausaurem Kali in die Lungen verdienen eine umständlichere Erwähnung. In 2—5 Minuten kann dieses Salz schon im Blute gefunden werden, in dessen Serum durch Anwendung von salzs. oder schwefels. Ei-

senoxyd ein grüner oder blauer Niederschlag erfolgt. Dieser Uebergang ins Blut ist zu schnell, als dass er durch Vermittelung des langsameren Laufes der Lymphe erklärt werden könnte. Bei Einspritzung jener Salzauflösung in die Lungen zeigte sie sich zuerst im Blute, viel später im Chylus, früher im linken Herzen, wann im rechten Herzen noch keine Spur zu erkennen war, was sich umgekehrt verhalten müsste, wenn die Aufsaugung durch die Lymphgefässe geschehen wäre, indem die Lymphe zunächst in das Körpervenenblut geführt wird. Schon 8 Minuten nach der Einflössung in die Lungen erkennt man die Flüssigkeit im Harn. Man bemerkt sie ferner in der Haut, in der Feuchtigkeit der Gelenkhöhlen, in der Höhle des Unterleibes, in der Brusthöhle, im Herzbeutel, im Fette, in den fibrösen Häuten, z. B. dura mater, in den Aponeurosen, in der Arachnoidea, in den Kapsel- und Seitenbändern, inneren Gelenkbändern (z. B. lig. cruciat. des Kniegelenkes, lig. teres der Pfanne), in der Korpelhaut, in den Klappen des Herzens.

Von den Absonderungsorganen wurden nur die Nieren und der Harn gefärbt, weil das blaus. Kali, wie die meisten Salze, durch die Nieren wieder ausgeschieden wird. Die Leber zeigte keine Färbung an ihrer äussern Oberfläche, wohl aber in ihrem Parenchym, jedoch nur an Stellen, wo grosse Gefässe lagen, und wo das Zellgewebe der capsula Glissonii sie umgab. In der Galle liess sich keine, in der Milch nur eine unbedeutende Farbenveränderung erkennen. Deutlicher war die Färbung, namentlich des Zellgewebes in Hoden, Speicheldrüsen und Pancreas. Die Milz zeigte keine, die Nebennieren kaum eine Farbenveränderung. Gar keine Farbenveränderung zeigten die Muskeln, ausser an Stellen, wo fibröse Häute die Muskelbündel bekleideten. Die Nerven wurden zwar äusserlich grün, aber diess rührte von dem sie umgebenden Zellgewebe her. Das Nervenmark, das Gehirn und Rückenmark zeigte fast gar keine Farbenveränderung. In den Knochen keine Spur von Farbenwechsel. Da indess das blaus. Kali durch das Blut in alle Theile gleich verbreitet wird, so scheint es, dass es von einigen Theilen vielleicht verhüllt oder zersetzt wird, so dass dessen Entdeckung durch Reagentien unmöglich gemacht wurde. Meck. *Archiv. T.* 3. 1817. 485.

Die Versuche, welche die Akademie der Medizin von Philadelphia anstellte (*Philadelph. Journ. N.* 6. Froriep's *Not. N.* 49.), scheinen zum Theil mit Mayer's Resultaten und allen den vorhergehenden im Widerspruch zu stehen, und für die vorzugsweise Aufnahme durch die Lymphgefässe zu sprechen. Allein sie sind nach der Art, wie sie angestellt wurden, nicht beweiskräftig. Die Akademie fand nach Injection in das Abdomen oder den Darm von der Solution von blausaurem Kali, 35 Minuten und mehr nachher in der Mehrzahl der vielen Versuche den Chylus deutlich bei Zusatz von Eisensalz blau gefärbt, dagegen sich in dem Serum des Blutes und im Urin meist auch eine schwache Färbung zeigte. Der Zeitraum von 35 Minuten ist viel zu gross; man hätte, wie in Mayer's Versuchen, mehrere Minuten nach der Injection Blut und Harn untersuchen müssen. Denn so wie die

Versuche angestellt wurden, beweisen sie nur, dass chemische Agentien auch durch die Lymphgefässe aufgesogen werden. So fanden die Verfasser in einem Falle (N. 36.) 2 Minuten, nachdem eine Katze 1 Unze von der blausauren Kalisolution verschlungen, als sie die Katze verbluten liessen, das Salz im Urin, wenn gleich nicht im Serum des Blutes und im Chylus, wo das Salz doch lediglich in das Blut, und vom Blute in den Harn gelangt seyn konnte. Die Commission der Akademie unterband in mehreren Fällen die vena portarum, welche das Blut vom Darme aufnimmt; gleichwohl erzeugte nux vomica in eine Darmschlinge gebracht, nach 23 und mehr Minuten Tetanus, während die blosse Unterbindung der vena portarum in anderen Fällen zwar auch, aber ohne Krämpfe tödtete. Diese Versuche scheinen zu beweisen, dass die Lymphgefässe des Darmes das Gift ins Blut gebracht hatten. Diess kann auch wohl seyn in einem Zeitraume von 23 Minuten, ohne dass daraus die Resorption in das Blut in kürzerer Zeit widerlegt wird. Auch anastomosiren Zweige der Darmvenen mit Zweigen der untern Hohlvene. Siehe oben p. 175.

Westrumb fand nach Einspritzung von blaus. Kali in den Magen diess schon nach 2 Minuten im Harn, ohne dass Lymphe und Chylus blaus. Kali enthielten. Die Ureteren waren durchschnitten und daran Röhrchen befestigt worden, woraus der Harn aufgefangen wurde. Meck. *Archiv* 7. 525. 540.

Tiedemann und Gmelin fanden in ihren zahlreichen Versuchen mit Färbestoffen und Salzen, die sie in den Mund eingegeben, und die leicht als solche oder durch Reagentien erkannt werden, nach mehreren Stunden niemals etwas von Färbestoffen in den Chylus übergegangen, obwohl diese Stoffe im Blute und im Urin erkannt wurden, und obgleich sie bis in den Darm gelangt waren. Von Salzen fand sich unter zahlreichen Versuchen nur einigemal etwas in den Chylus übergegangen; bei einem Pferde, das schwefelsaures Eisen bekommen hatte, so wie einmal blausaures Kali im Chylus eines Hundes vorkam, dagegen nicht in einem andern Versuche; schwefelblaus. Kali zeigte sich im Chylus eines Hundes. Der Einwurf, dass die Substanzen schon aufgesogen seyn konnten, widerlegt sich aus dem Umstande, dass der Darm noch eine Menge aufsaugbarer Stoffe enthielt. Diese Resultate, welche durch die Genauigkeit der Versuche einen hohen Grad von Zuverlässigkeit haben, stimmen mit den von Hallé (Fourcroy *syst. des connaiss. chim.* 10. 66.) und Magendie (*physiol. ed.* 1. T. 2. 157.) gemachten Versuchen überein. Dagegen sie mit den Versuchen von Martin Lister und Musgrave (*Phil. Trans.* 1701. 819.), von Hunter, Haller und Blumenbach im Widerspruch stehen, wie denn auch Viridet und Mattei an dem Chylus eine gelbe und rothe Farbe nach Füttern mit Eigelb und rothen Rüben bemerkt haben wollen.

Fodera füllte bei einem lebenden Thiere eine Darmschlinge mit einer Auflösung von blausaurem Kali, und unterband sie an zwei Stellen, tauchte die Darmschlinge dann in eine Solution von schwefelsaurem Eisen, und sah die Lymphgefässe und Venen blau werden. *Recherch. exp. sur l'exhalation et l'absorption. Par.* 1824.

Schroeder v. d. Kolk sah bei diesem Experimente bloss die blaue Farbe in den Lymphgefässen, aber nicht in den Venen. Das blausaure Kali im Darme hatte nach einer halben Stunde noch nicht seine Farbe verändert, so dass das schwefelsaure Eisen noch nicht durch die ganzen Darmwände eingedrungen war. Diess beweist nicht absolut gegen den unmittelbaren Uebergang der Stoffe ins Blut. Denn die ins Blut übergegangenen kleinen Quantitäten werden sogleich weiter bewegt; dagegen die Bewegung des Chylus in den Lymphgefässen nicht sehr schnell ist. Auch ist eine blaue Farbennuance am Blute selbst äusserst schwer, und nur sicher am Blutserum zu erkennen. Lawrence und Coates erkannten das Salz nicht eher im Blute, bis es sich im obern Theile des ductus thorac. zeigte. Fror. *Not.* 77.

Mehrere Versuche sind mit Unterbindung des ductus thoracicus von Brodie, Magendie, Delille und Segalas angestellt worden. Brodie sah tödtliche Wirkung des Weingeistes, des Woragiftes, auch nach Unterbindung des ductus thoracicus. Brodie, *Phil. Trans.* 1811. Reil's *Archiv.* T. 12.

Da der ductus thoracicus zuweilen Nervenverbindungen bei Thieren eingeht, zuweilen wie beim Schweine, Zweige in die vena azygos übergehen, zuweilen sogar selbst ein rechter ductus thoracicus vorhanden ist, die Lymphgefässe aber vielfach mit einander in Verbindung stehen, so kann die Unterbindung des ductus thoracicus den Uebergang der vergifteten Lymphe in das Blut nicht absolut hindern. Emmert's Versuche zeigen den unmittelbaren Uebergang von Stoffen in das Blut durch den Mangel jenes Ueberganges nach Unterbindung der Blutgefässe. Emmert unterband die aorta abdominalis. Nun brachte er blausaures Kali und ein Decoct der angustura virosa in verschiedene Wunden der Füsse. Das blausaure Kali wurde resorbirt und im Urin entdeckt, aber die angustura wirkte nicht vergiftend wie gewöhnlich. In einem andern Versuche sah Emmert nach Unterbindung der aorta abdominalis von Blausäure, die in eine Wunde des Fusses gebracht worden, selbst nach 70 Stunden keine Folgen; als aber dann das Ligament von der Aorta gelöst wurde, trat die Vergiftung nach einer halben Stunde ein. Meck. *Archiv* I. 1815. p. 178. Schnell *diss. sist. hist. veneni upas antiar.* Tub. 1815. *Tübing. Blätter* 3. 1. 1817. Schabel *de effectibus veneni rad. veratri albi et hellebori nigri.* Tub. 1819. Vergl. Westrumb *physiologische Untersuchungen über die Einsaugungskraft der Venen.* Hannover 1825. Tiedemann und Gmelin *Versuche über die Wege, auf welchen Substanzen aus dem Magen und Darmkanal ins Blut gelangen.* Heidelb. 1820. Seiler und Ficinus in *Zeitschrift für Natur- und Heilkunde* 2, 378. Jaeckel *de absorptione venosa.* Vratislav. 1819. Lebkuchner *diss. utrum per viventium adhuc animalium membranas, atque vasorum parietes materiae ponderabiles illis applicatae permeare queant nec ne.* Tub. 1819. Wedemeyer *über den Kreislauf.* Hannover 1828. 421. Jacobson endlich hat gezeigt, dass blausaures Kali bei den Mollusken, welche keine Lymphgefässe besitzen, doch leicht von allen Oberflächen ins Blut gelangt, und daraus wieder durch die Secretionsorgane (Lunge, Le-

ber, saccus calcareus) ausgeschieden wird. Froriep's *Notizen* 14. *p.* 200.

Der Uebergang von Stoffen unmittelbar in die Capillargefässe des Blutes ist nach allen diesen Versuchen, am meisten aber durch die überaus schnellen Wirkungen eines Giftes erwiesen, da sich eben so bestimmt beweisen lässt, dass die allgemeinen Vergiftungswirkungen nicht von dem Nervenzusammenhang, sondern nur von dem Kreislaufe abhängen. Siehe das erste Capitel der Nervenphysik. Gleichwohl liessen sich alle diese Erscheinungen auch aus der Resorption der Lymphgefässe erklären, wenn die Annahme einiger Neueren von der Communication der Lymphgefässe und kleinen Venen in oder ausser den Lymphdrüsen richtig wären. Allein dieser Einwurf lässt sich durch Thatsachen über die Imbibition der thierischen Gewebe vollkommen widerlegen. Man hat diesen Uebergang bisher von einer eigenen Resorptionskraft der Venen abhängig gemacht. Allein es lässt sich zeigen, dass aufgelöste Stoffe auch ohne die eingebildete Resorptionskraft der Venen in das Blut der Capillargefässe dringen, und wenn diess ist, so verbreiten sie sich darum zunächst mit dem Venenblute, weil alles Blut aus den Capillargefässen von den Arterien aus die Bewegung nach den Venen und nach dem Herzen hat. Das Urphänomen des unmittelbaren Ueberganges von aufgelösten Stoffen ins Blut ist die Tränkung der thierischen, auch todten Theile mit Flüssigkeit durch ihre unsichtbare Porosität oder die Imbibition, und insofern diese Resorption auch von ganz todten thierischen Theilen ausgeübt wird, werden wir sie mit Recht im Gegensatz der lymphatischen Resorption die unorganische nennen.

Gase und tropfbare dünnflüssige Stoffe durchdringen mit dem, was sie aufgelöst enthalten, nasse thierische Theile. Zweierlei Gase in und ausser einer nassen thierischen Blase, die vorher trocken gewesen seyn kann, setzen sich ins Gleichgewicht der Vertheilung. Ein Gas durchdringt eine nasse Blase, um von darin befindlicher Flüssigkeit absorbirt zu werden; schon hieraus sieht man, wie luftförmige Stoffe beim Athmen an das Blut treten können, ohne dass Blutkörperchen ausfliessen. Denn die Gase durchdringen die Häute, welche von Capillargefässen und kreisendem Blute durchzogen sind, und lösen sich im Blute dieser Capillargefässe auf, während die Häute der Gefässe zwar durch ihre allgemeine unsichtbare Porosität für Gase und tropfbarflüssige aufgelöste Stoffe permeabel sind, aber keine dem Durchmesser der Blutkörperchen entsprechende Oeffnungen haben. Ueberbindet man ein mit Wasser gefülltes Glas dicht auf dem Wasser mit einer feuchten Thierblase, und streut ein Salz auf die feuchte Blase, so löst sich das Salz in dem die Poren der Blase durchdringenden Wasser auf, und theilt sich von diesem Wasser dem Wasser des Gefässes mit. Die Grundursache der Imbibition, der Permeabilität der thierischen Theile, ist daher das Vermögen der Stoffe, sich in der Flüssigkeit, in der sie aufgelöst worden, gleichförmig zu verbreiten. Ein aufgelöstes Salz strebt sich in einer andern Flüssigkeit, womit es sich mischen kann, weiter zu vertheilen, wie Salzwasser und Wasser sich ins Gleichgewicht

der Vertheilung setzen. Da nun die thierischen Theile von wässerigen Flüssigkeiten weich, und ihre Poren von wässeriger Flüssigkeit angefüllt sind, so wird ein aufgelöster Stoff sich dem Wasser dieser Poren mittheilen, und selbst durch die Poren einer Membran hindurch sich wieder in Flüssigkeiten, welche die Membran berühren, weiter zu vertheilen streben, bis das Gleichgewicht der Vertheilung zwischen zweien die Membran berührenden Flüssigkeiten hergestellt ist. Es giebt indessen besondere Umstände, wo die Imbibition durch Capillarität und Anziehung verstärkt wird. Das Erstere ist der Fall beim Aufweichen eines trockenen thierischen Theiles, wo die Capillarität der leeren Poren das Eindringen der tropfbarflüssigen Stoffe befördern muss. Das Zweite zeigt sich in dem Phänomen der *Endosmose* und *Exosmose*. Diess ist ein zuerst von Parrot entdecktes, von Porret und Dutrochet u. A. weiter untersuchtes Phänomen. Bringt man in eine Glasröhre, die unten mit Thierblase zugebunden ist, eine Auflösung von irgend einem Salz, von Zucker, so dringen die Theilchen desselben zwar in die Poren der Blase, aber nicht aussen hervor. Stellt man die gefüllte Röhre in ein Gefäss mit dest. Wasser, so steigt allmählig das Niveau der innern Flüssigkeit und bisweilen um mehrere Zoll. Durch Reagentien erkennt man aber auch, dass zugleich Theilchen der Auflösung in das äussere Wasser durchgedrungen. Das Steigen des Niveaus dauert so lange fort, bis beide Flüssigkeiten in und ausser der Röhre homogen geworden sind. Enthält die Röhre Wasser, das äussere Gefäss die Salzlösung, so sinkt das Wasser der Röhre. Enthalten beide Gefässe Lösung verschiedener Salze von gleicher Concentration, so verändert sich das Niveau nicht, aber beiderlei Salze vermischen sich. War dagegen die eine Lösung concentrirter, so erhöht sich ihre Oberfläche. Dieselben Phänomene beobachtet man, wenn man statt Thierblase mineralische poröse Körper anwendet. Man hat zwei Erklärungen des Phänomens. Die erste von Magnus und Poisson besteht darin, dass die Attraction zwischen den Theilchen einer Salzlösung zusammengesetzt ist aus den gegenseitigen Attractionen des Wassers und Salzes, und aus der Attraction der homogenen Theile des Wassers für sich und des Salzes für sich. Diese vereinte Attraction ist grösser als die der Wasserpartikelchen. Berzel. *Thierchem.* 128. Die zweite Erklärung besteht in Folgendem: Die thierische Blase lässt sich insofern sie porös ist, als ein System capillarer Röhrchen betrachten, welche anziehend auf die durchgehenden Flüssigkeiten wirken, welche sich durch das die Poren ausfüllende Wasser auszugleichen streben. Nimmt man nun an, dass eine dieser Flüssigkeiten eine stärkere Anziehung zum Stoff der Blase erleidet, so wird sie länger beim Durchgang durch die Capillarporen aufgehalten, als die andere, die darum in ihrem Gefässe fallen muss. Das Niveau der ersten wird aber so lange steigen, bis der zunehmende Druck der steigenden Wassersäule jener stärkeren Anziehung das Gleichgewicht hält. Biot *Experimental-Physik*, übers. von Fechner. 1. *p.* 384. Vergl. Poisson, Poggend. *Ann.* 11. 134

Fischer ebend. 126. Magnus ebend. 10. 153. Wach, Schweigg. *Journal* 1830. *p.* 20.

Dutrochet hat jene Erscheinungen Endosmose und Exosmose nach dem Steigen der einen oder andern Flüssigkeit bei verschiedenen Bedingungen genannt. Es ist ohne Zweifel, dass bei dem unmittelbaren Uebergange von aufgelösten Theilen in die Capillargefässe und das Blut, sowohl Endosmose als einfache Imbibition stattfindet. Dutrochet hat diess durch Versuche versinnlicht. Er nahm ein Stück Darm von einem jungen Hühnchen, füllte es zur Hälfte mit einer Lösung von Gummi, Zucker oder Kochsalz, und legte es, an beiden Enden zugebunden, in eine Schale mit Wasser, worin es sich bald so füllte, dass es ausgespannt wurde. Enthielt das Darmstück reines Wasser, und lag in Zuckerwasser, so wurde es allmählig schlaffer, während zugleich Zucker in den Darm überging. Dutrochet *l'agent immédiat du mouvement vital. Paris* 1826. *Nouv. rech. sur l'endosmose. Paris* 1828.

Seine Hypothese, dass hierbei electrische Wirkungen stattfinden, hat sich nicht bestätigt. Es ist auch nicht constant, dass die dichtere Lösung mehr von der dünnern, als diese von jener anzieht, wovon die Gase besonders schon das Gegentheil zeigen, sondern es scheint die chemische Constitution und das physicalisch-chemische Verhältniss der Flüssigkeit zur Thierblase dabei eine grosse Rolle zu spielen. Wässeriger Weingeist in einer Thierblase aufbewahrt, concentrirt sich, indem bloss das Wasser verdunstet. Vergl. Staples Versuche in Kastner's *Archiv für Chemie. Bd.* 3. *H.* 1—3. *p.* 282. Ein Darmstück eines Huhns mit wässeriger Lösung von Mimosengummi und Rhabarbarin zum Theil gefüllt, und zugebunden in Wasser gelegt, schwoll auf, während Rhabarbarin heraustrat. Aehnliche Säcke mit schwacher Lösung von schwefelsaurem Eisenoxydul in Wasser gelegt, das Blutlaugensalz enthielt, schwollen auch auf, weil Wasser eingedrungen war; sie hatten an die umgebende Lösung Eisensalz abgegeben und dieselbe gebläuet. Im Darme war aber keine Spur von blauer Farbe. Die Verhältnisse, die bei den Gasen stattfinden, sind sehr merkwürdig. Faust hat hierüber Versuche angestellt. Froriep's *Not. N.* 646. Eine mit atmosphärischer Luft halbgefüllte Blase unter einer mit kohlensaurem Gas gefüllte Glocke schwoll an, eine mit Wasserstoffgas gefüllte Blase unter eine mit kohlensaurem Gas gefüllte Glocke gebracht, schwoll bis zum Zerplatzen auf. Dagegen ein leichteres Gas in der Glocke das Zusammenfallen der mit dem schwereren Gas gefüllten Blase bewirkt.

Ich wünschte zu wissen, wie schnell etwas durch Imbibition in die erste Schicht der Capillargefässe eines von Epidermis freien Theiles, und so in das Blut eindringen kann. Da das zarte Häutchen der Darmzotten vom Kalbe und Ochsen von 0,00174 P. Z. Dicke noch blutführende Capillargefässe enthält, so kann man sich nach dieser Dicke einen Begriff von der Tiefe machen, bis zu welcher aufgelöste Substanzen eindringen müssen, um in die erste Schicht von Capillargefässen einer von Epidermis freien Haut einzudringen. Ich spannte nun über ein Gläschen von sehr dünnem Hals die Urinblase eines Frosches, und bei einem zweiten Ver-

suche die Lunge eines Frosches, nachdem ich vorher etwas von einer Auflösung von blausaurem Kali in das Gläschen gethan hatte; auf die Oberfläche des nassen Häutchens brachte ich mit einem Pinselchen etwas von einer Auflösung eines Eisensalzes (salzsaures Eisenoxyd). In demselben Moment drehte ich das Gläschen um, so dass das blausäure Kali die innere Fläche des Häutchens berührte. In nicht längerer Zeit als einer Secunde hatte sich ein schwacher blauer Fleck gebildet, der bald stärker wurde; daraus geht hervor, dass aufgelöste Stoffe spurweise innerhalb einer Secunde eine Membran von der Dicke einer ausgespannten Urinblase des Frosches durchdringen. Diese Membran enthält noch mehrere Hautschichten, und ist sehr viel dicker als das organisirte Häutchen der Darmzotten von 0,00174 P. Z. Man kann also annehmen, dass eine aufgelöste Substanz spurweise schon innerhalb einer Secunde in die oberflächlichen Capillargefässe eines von Epidermis freien Theiles und so ins Blut gelangt. Da nun das Blut nach Hering in $\frac{1}{2}$, nach Anderer Berechnung in 1—2 Minuten im ganzen Körper herumgetrieben wird (p. 176.), so kann man annehmen, dass eine Spur einer aufgelösten Substanz, die mit einer epidermislosen organisirten Haut in Berührung kommt, innerhalb $\frac{1}{2}$—2 Minuten spurweise durch den Kreislauf verbreitet seyn kann.

Die narcotischen Gifte wirken zwar durch Zerstörung der Nervenkräfte, allein sie bringen auf Nerven, örtlich applicirt, nur örtliche Wirkungen hervor. Tauchte ich den Nerven eines abgelösten Froschschenkels einige Zeit in eine wässerige Opiumauflösung, so verlor die eingetauchte Strecke des Nerven ihre Reizbarkeit, d. h. ihre Fähigkeit, auf Reize Zuckungen des Schenkels zu erregen. Allein unter der mit dem Gifte in Berührung gekommenen Stelle behielt der Nerv seine Reizbarkeit, woraus folgt, dass das Opium die Nervensubstanz selbst verändert, dass aber die örtliche narcotische Vergiftung nicht durch die Nerven zur allgemeinen Vergiftung verbreitet wird. Auch wird ein Frosch, der sonst gegen Opium sehr empfindlich ist, innerhalb mehrerer Stunden, nicht vergiftet, wenn man den Schenkel so amputirt, dass nur der Nerve die Communication zwischen Rumpf und Unterschenkel unterhält, und nun den Unterschenkel in eine Opiumauflösung gesenkt erhält, den Frosch aber so befestigt, dass der Rumpf desselben nicht durch Bewegung des Frosches von der Opiumauflösung bespritzt wird. Diese Versuche, wie so viele andere von namhaften Physiologen angestellte Versuche, beweisen, dass die narcotischen Gifte ihre allgemeinen Wirkungen auf das Nervensystem nach ihrer Aufnahme ins Blut durch die Circulation ausüben. Dupuy und Brachet behaupten zwar, dass man Thiere nicht durch narcotische Gifte, die in den Magen gebracht werden, vergiften könne, wenn man den Nervus vagus beider Seiten durchschnitten habe, oder dass die Thiere dann wenigstens später stürben; allein wir haben hier in dreissig Versuchen an Säugethieren, die Herr Wernscheidt darüber, unter meiner Leitung, anstellte, durchaus keinen Unterschied in der Wirkung der in den Magen gebrachten narcotischen Gifte gesehen, wenn wir bei Thieren gleicher Art und Grösse den Nervus

vagus beider Seiten vor der Vergiftung durchschnitten oder nicht durchschnitten.

Die schnelle Wirkung der meisten narcotischen Gifte lässt sich nach den oben angeführten Thatsachen über die Aufsaugung durch Imbibition vollkommen erklären. Die Blausäure jedoch äussert ihre Wirkung schon lange vor ½—2 Minuten, innerhalb welcher sie in das Blut durch die Capillargefässe eingedrungen und verbreitet seyn könnte. Auch die weingeistige Auflösung des Extracti nucis vomicae spirituosi bewirkt, in einiger Quantität in den Mund von jungen Kaninchen gebracht, den Tod auf der Stelle; dagegen dieses Gift, in einiger Entfernung vom Gehirn auf einen blossgelegten Nerven, z. B. den Nervus ischiadicus, applicirt, gar keine allgemeinen Wirkungen hervorbringt; wie denn auch Wedemeyer beobachtet hat, dass concentrirte Blausäure, auf einen blossen Nerven applicirt, nicht wirkte. Die schnellen Wirkungen der Blausäure kann man nur aus ihrer Flüchtigkeit und Expansionskraft erklären, durch welche sie sich schneller in dem Blute verbreitet, als die Circulation desselben geschieht, und durch welche sie, selbst abgesehen von der Verbreitung durch das Blut, die thierischen Theile schnell zu durchdringen fähig ist, durch welche sie ferner um so schneller materielle Veränderungen in dem Centralorgane des Nervensystems, im Gehirn, bewirkt, je näher dem Gehirn sie applicirt wird. Schliesslich erlaube ich mir eine Bemerkung über die materielle Veränderung durch narcotische Gifte. Dass nämlich die narcotischen Gifte bei ihrer Wirkung auf die Nerven auch durch materielle Veränderung wirken, wird wenigstens daraus gewiss, dass einige schon das Blut materiell verändern. Denn abgesehen von den bekannten Wirkungen der Blausäure, bewirkt das Viperngift und das Ticunasgift, nach Fontana, wenn es aus der Ader gelassenem Blute zugesetzt wird, dass das Blut nicht mehr gerinnt, während Viperngift, in Wunden von Thieren gebracht, nach Fontana, das Blut des noch lebenden Körpers zum Theil gerinnen machen soll, worauf ein Zustand entsteht, der dem in der heftigsten asiatischen Cholera nicht unähnlich ist. Fontana *über das Viperngift etc. Berlin* 1787.

Durch die schnelle Aufnahme aufgelöster Stoffe in die Capillargefässe und ihre schnelle Verbreitung durch den Kreislauf erklärt sich vollkommen leicht der schnelle Uebergang der genossenen aufgelösten Stoffe in den Harn, ohne dass man in die Barbarei verfallen kann, geheime Harnwege, zwischen Magen und Nieren anzunehmen. Nach Westrumb erfolgt dieser Uebergang bei löslichen Salzen schon in 2—10 Minuten spurweise. Denn nach dieser Zeit konnte er blausaures Kali, das einem Thiere gegeben worden, in dem Urin entdecken, indem er den Urin unmittelbar aus dem Harnleiter des eröffneten Thieres auffing. In der Regel erfolgt dieser Uebergang aber viel später, wie aus Stehberger's Versuchen hervorgeht. Siehe den Art. vom Harn.

Die durch Imbibition durch die Wände der Capillargefässnetze zum Blute dringenden Stoffe müssen jedenfalls aufgelöst seyn, sie dürfen nicht aus Kügelchen bestehen. Es folgt schon hieraus, dass die verdauten Stoffe und der Kügelchen enthaltende

Chylus nicht durch die Imbibition in die Capillargefässe eindringen und zum Venenblute gelangen können. Tiedemann, Gmelin und Mayer haben zwar Chylusstreifen im Blute der Darmvenen und der Pfortader gefunden. Allein diese Materie kann nicht durch die Wände der Capillargefässe eingedrungen seyn, denn sonst müssten diese auch Blutkörperchen durchlassen. Vielleicht rührten diese Chylusstreifen von der noch problematischen Verbindung der Lymphgefässe mit den kleineren Venen her.

Die Endosmose erklärt nicht die Aufsaugung aller Flüssigkeiten von thierischen Geweben. Wenn die Flüssigkeiten des thierischen Körpers concentrirtere Auflösungen sind, als die aufzusaugenden Flüssigkeiten z. B. in der Pleura, in den Lungen, so werden letztere nach den Gesetzen der Endosmose leichter in die thierischen Theile übergehen, als die thierischen Flüssigkeiten heraustreten. Wenn aber die aufzusaugende Flüssigkeit eine gleich concentrirte Auflösung ist als die Flüssigkeiten der thierischen Theile, so werden zwar nach den Gesetzen der Imbibition beiderlei Flüssigkeiten sich durchdringen, allein die Quantität der Flüssigkeiten wird auf beiden Seiten nicht verändert; und wenn die thierischen Flüssigkeiten weniger concentrirte Auflösungen sind, so wird die Quantität der aufzusaugenden Flüssigkeit nach den Gesetzen der Endosmose selbst wachsen. Hieraus sieht man, dass die Imbibition nur die Vermischung, z. B. den Uebergang von Giften etc., nicht aber die quantitativen Verhältnisse der Aufsaugung erklärt. Denn eine in der Pleura befindliche Quantität Flüssigkeit, deren Eiweiss und Salze gleich concentrirt sind, wie die des Blutes, wird sich durch Imbibition durchaus nicht vermindern, sondern nur Salze an das Blut abgehen und davon empfangen, aber ihre Quantität behaupten, ja sogar wachsen, wenn die Lösung der Salze in der Flüssigkeit der Pleura concentrirter ist.

Wenn nun angesammelte Flüssigkeiten aufgesogen werden, so muss diess entweder in vielen Fällen auf eine durch Imbibition und Endosmose unerklärliche Weise, vermittelst der Lymphgefässe geschehen, oder man muss annehmen, dass die Anziehung des Venenblutes nach dem Herzen die Aufsaugung verstärkt. Vielleicht erleiden die Gesetze der Endosmose dadurch eine die Aufsaugung begünstigende Veränderung, dass die thierischen Theile eine Anziehung gegen die in ihnen circulirenden Flüssigkeiten ausüben, wodurch verhindert wird, dass diese gegen die aufzusaugenden Flüssigkeiten ausgetauscht werden, da doch sonst ein solcher Austausch erfolgen müsste. Wasser z. B. wird das Bestreben haben, sich in dem Blute der Capillargefässe zu vertheilen, aber das Blut, mit den Capillargefässen in lebendiger Wechselwirkung, hat wohl nicht das Bestreben, sich in dem aufzusaugenden Wasser zu vertheilen. Vielleicht haben die Blutkörperchen selbst, die, wie p. 103. gezeigt worden, eine so ausserordentliche Anziehung zum reinen Wasser haben, an der Aufsaugung desselben bei ihrem Durchgange durch die Capillargefässe einigen Antheil.

Ob das Blut in den Capillargefässen, oder diese selbst auch eine von den gewöhnlichen physicalischen Gesetzen abweichende

organische Anziehung auf gewisse Stoffe äussern, ist eine ganz andere Frage. Diess ist zweifelhaft, nur von einem Orte ist es gewiss, nämlich von den Capillargefässen der Placenta. Da die Lymphgefässe der Placenta und des Nabelstranges durchaus zweifelhaft sind, so muss der Uebergang der ernährenden Flüssigkeiten von der Mutter in das Kind durch die Capillargefässe in der Placenta erfolgen. Eine eigentliche Communication zwischen den Gefässen der Mutter und denen des Foetus findet nicht statt. Die Arterien des Uterus gehen in die Venen des Uterus, die Arterien des Kindes in der Placenta nur in die Venen des Kindes über. Weber hat über die Art dieser Gemeinschaft sehr interessante Aufschlüsse gegeben. *Anat.* 4. 496. Die feinsten Verzweigungen der Gefässe in der Placenta finden auf zottenförmigen Fortsätzen derselben statt. Auf diesen ganz geschlossenen verzweigten Zotten verbreiten sich die feinsten Arterien und gehen durch einfache Umbiegung in feine Venen über. Die Büschel dieser Zotten mit den capillaren Umbiegungen der Arterien in Venen sind nun in die sehr dünnhäutigen Venen der Mutter an der innern Fläche des Uterus eingesenkt, und werden von dem venösen Blute der Mutter umspült. Wahrscheinlich zieht das Blut des Foetus hier aufgelöste Stoffe aus dem Blute der Mutter an, während das Foetusblut durch die Capillargefässe der Zotten fliesst. Hier findet ohne Zweifel zwischen Blut der Mutter und Blut des Kindes eine Art Endosmose statt, wodurch das Blut des Kindes durch die zarten Häute seiner Gefässe mehr aufnimmt als abgiebt, aber diese organische und lebendige Endosmose ist von den Gesetzen der chemischen Durchdringung bei den von Dutrochet beschriebenen Erscheinungen ganz verschieden. Bei den wiederkäuenden Thieren stecken die Zotten der Cotyledonen des Eies nicht in Venen des Uterus, sondern in scheidenförmigen Vertiefungen des Uterus, gleich wie Wurzeln. Allein diese Vertiefungen im Uterus sind mit den Capillargefässen des Uterus ausgekleidet, während die selbstständigen Capillargefässe des Kindes sich nur auf den Zotten der Cotyledonen verbreiten. Hier müssen die Capillargefässe der Mutter Stoffe ausscheiden, die von den Capillargefässen des Kindes angezogen werden.

Ob die Venen auf die durch Imbibition in die Capillargefässe eindringenden aufgelösten Stoffe auch eine Anziehung ausüben, vermöge der Bewegung des Herzens und des bei der Ausdehnung der entleerten Höhlungen entstehenden hohlen Raumes, den das Venenblut zunächst auszufüllen strebt, und der dadurch auf alle Venen bis in die Capillargefässe zurückwirkt, ist noch zweifelhaft. Jedenfalls muss aber die Bewegung des Blutes die Imbibition befördern, insofern mit der Entfernung des durchgedrungenen die Ursache der Imbibition, nämlich das Vermögen der Stoffe, sich in Flüssigkeiten gleichförmig auszubreiten, unterhalten, die Sättigung also immer wieder aufgehoben wird.

Fodera hat die Beobachtung gemacht, dass der Galvanismus die Resorption beschleunigt. Es wurde blaus. Kali in die Pleura eingespritzt, schwefels. Eisen in den Unterleib. Gewöhnlich gehen 5—6 Minuten vorüber, ehe beide Substanzen sich verbin-

den; allein ihre Verbindung ist augenblicklich, wenn das Zwerchfell einem leichten galvanischen Strom unterworfen wird. Dasselbe Phänomen soll sich zeigen, wenn die eine Flüssigkeit in die Urinblase, die andere in den Unterleib, oder in die Lungen und in die Pleurasäcke gebracht wird. *Journ. de physiol.* 3. *p.*35. Die Nerven haben auf die unorganische Imbibition keinen Einfluss, wir haben keinen Unterschied in der Aufsaugung der Gifte nach Durchschneidung des Nervus vagus gefunden.

Die Stoffe, welche in das Blut der Darmvenen durch Imbibition gelangen, kommen nicht sogleich in die Hohlvene, sondern mit dem Darmvenenblut durchkreisen sie zunächst erst die Leber, und kommen dann erst in den ganzen Kreislauf. Magendie hat beobachtet, dass dieser Umweg durch die Leber die Wirksamkeit mancher Stoffe verändert. So bewirkt eine Gramme Galle oder viel atmosphärische Luft in die ven. crur. eines Thieres eingespritzt, sogleich den Tod. Diess hat bei der Injection in die Pfortader gar keinen Nachtheil. Manche Stoffe erleiden schon im Darmkanal eine Veränderung, weil sie durch Wunden, nicht aber im Darmkanal aufgesogen werden. So soll Viperngift innerlich genommen nach Redi und Mangili (Meck. *Archiv* 3. 1817. *p.* 639.), Stevens (*on the blood. p.* 137.) keine giftigen Wirkungen äussern; und nach Coindet soll der Speichel der Hydrophobischen nicht durch den Darmkanal anstecken. Froriep's *Not.* 1823. *Septbr.* 170.

Magendie hat die Beobachtung gemacht, dass Ueberfüllung der Blutgefässe mit Flüssigkeit die Resorption schwächt. Nach Einspritzung von Wasser in die Venen eines Thieres fand die Absorption von fremdartigen Stoffen durch thierische Häute nicht statt, die sich nach einem Aderlasse wieder einstellte. Dagegen beschleunigte ein Aderlass die Absorption, so dass Phänomene, die sonst nur nach 2 Minuten, jetzt schon in $\frac{1}{2}$ Minute eintraten.

Am schnellsten geschieht die Aufsaugung in den Schleimhäuten, serösen Häuten und Wunden, viel langsamer in der mit Epidermis überkleideten Haut, und überhaupt scheint die äusserste Schichte der belebten Haut ein weit geringeres Absorptionsvermögen zu besitzen, vielleicht weil sie Hornstoff absondert. So bleiben zuweilen in Ritzen der Haut eingeriebene, aus Körnchen bestehende Farbestoffe oder Pulverkörner von einer Explosion, das ganze Leben hindurch unaufgelöst, und werden nicht absorbirt. Kranke, welche lange salpetersaures Silber nehmen, werden in der Haut zuletzt schieferfarben und schwärzlich, wahrscheinlich wegen einer chemischen Verbindung mit dem Thierstoff. Gleichwohl lässt sich die Resorption der mit Epidermis bedeckten Haut nicht bezweifeln, wenn die Stoffe aufgelöst oder von thierischen Säften leicht löslich sind. Da dieser Theil am häufigsten mit fremdartigen Stoffen in Berührung kommt, und auch der Application der Arzneien fähig ist, so ist die nähere Untersuchung hierüber von Wichtigkeit. Seiler und Ficinus fanden bei Pferden, deren Füsse mit Kalibleiauflösung benetzt erhalten wurden, dieses im Blute und im Chylus wieder. Westrumb (Meck. *Arch.* 1827.) hat eine vollständige Arbeit geliefert. Vergl. Sewall, Meck. *Arch.*

**2. 146.** Alle metallischen Präparate wirken, in die Haut eingerieben, in geringerem Grade als innerlich. Das Quecksilber heilt auf diese Art die Syphilis und bewirkt Speichelfluss; tart. stibiat. erregt Erbrechen nach Letsom und Brera; Arsenik vergiftet durch die Haut. Auch die vegetabilischen aufgelösten und auflösbaren Stoffe wirken. So erregt nach Haller weisse Niesswurz, auf den Unterleib gelegt, Erbrechen und heftiges Purgiren, wenn die Füsse mit Abkochung dieser oder der schwarzen Niesswurz gewaschen werden. Sabadillsamen erregte in Lentin's Beobachtung die heftigsten Krämpfe, und in den Bauch eingerieben Purgiren; Canthariden erregen Harnstrenge; Narcotica narcotisiren. Campher ist nach Magendie in der Lungenausdünstung erkennbar; Terpenthinöl am Veilchengeruch des Urins; Quecksilber im Blut, Speichel, Harn, Milch, nach Bloch, Autenrieth und Zeller, und Cantu, nach Fricke (Horn's *Archiv* 1826. 459.) auch in den Knochen; blausaures Kali, Rhabarber, Färberröthe geben sich im Blute, Harn etc. zu erkennen. Allein sehr viel stärker wirkt die Application aller Arzneien und Gifte auf die von der Oberhaut (durch Blasenpflaster) entblöste Haut (methodus endermica).

Ob die mit Oberhaut bedeckte Haut Wasser aufzunehmen fähig ist, ist lange ein Streit gewesen und schwer auszumitteln, weil die Haut durch Ausdünstung Wasser verliert. Sicher ist die Epidermis hygroscopisch und quillt im Wasser auf. Die mit Wiegen des Körpers und des Wassers bei Bädern angestellten Versuche von Falconer, Alexander und Andern halte ich für unzuverlässig. Seguin und Currie erhielten überdiess keine Gewichtszunahme. Seguin *Ann. de chimie T.* 90. 185. *T.* 92. 33. Meck. *Archiv* 3. *p.* 585. Dann beweisen allerdings solche Versuche, wo im Wasser aufgelöste Färbestoffe oder blausaures Kali nach einem Bade sich im Urin erkennen liessen, wie Westrumb's und Stuart's Versuche zeigten, nicht für die Aufsaugung des Wassers selbst, da Salze durch eine von zwei Seiten mit Wasser in Berührung stehende thierische Membran durchdringen können, ohne dass sich das Niveau des Wassers verändert. Die Resorption von Gasarten durch thierische Theile theils durch das Athmen, theils in der Haut selbst ist durch die Versuche von Abernethy, Cruikshank, Autenrieth, Beddoes, Collard de Martigny ausser Zweifel gesetzt. Dass hierbei die aus der Umgebung aufgenommenen Gase sich mit den tropfbaren Flüssigkeiten binden und den Gaszustand verlassen, versteht sich von selbst. Mehrere haben Absorption des Stickgases durch die Haut beobachtet. Beddoes sah den Arm eines Negers in Chlorgas für einige Zeit bleich werden, Abernethy beobachtete, dass Sauerstoffgas, Stickgas, Kohlensäure und andere Gasarten, die er unter mit Quecksilber gesperrten Glocken auf seine Hände einwirken liess, bedeutend vermindert wurden.

In Hinsicht der Resorption innerer Theile bleibt es immer zweifelhaft, welchen Antheil daran die Aufnahme in die Blutgefässe oder in die Lymphgefässe hat. Doch giebt es viele Beispiele auffallender Resorption innerer Stoffe in Theilen, deren Lymphgefässe man nicht kennt, wie in den Knochen.

Von vielen anderen Erscheinungen ist es durchaus zweifelhaft, in welche Ordnung von Gefässen das aus inneren Theilen Aufgenommene zuerst gelangt, wo nämlich ausser Blutgefässen auch Lymphgefässe vorhanden sind. Hierher gehören z. B. die Wiederaufsaugung des in der Gelbsucht abgelagerten Farbestoffes der Galle und die Aufnahme angesammelter Secreta, Galle, Harn, in die Säftemasse, das Verschwinden der Thymusdrüse bis zum 12. Jahre, das allgemeine Schwinden des Fettes bei Hungernden, Schwindsüchtigen und nach Säfteverlusten, im Winterschlaf, das oft schnelle Schwinden der Warzen an den Fingern. Diese Erscheinungen sind nicht alle von gleicher Art. Von der Aufsaugung von Säften, welche ausser der Wechselwirkung mit den Capillargefässen sind, indem sie keine Theile der Organe selbst sind, muss man diejenigen Fälle unterscheiden, wo die Partikeln der organisirten Theile selbst zwischen den Capillargefässen schwinden. Bei diesem Process, wie er in dem schwindenden Schwanze der Froschlarven, der membrana pupillaris, bei der Entstehung der Zellen in den Knochen stattfindet, scheint die Auflösung der Partikeln zwischen den Capillargefässen fast das Wesentlichste zu seyn, wobei denn das Aufgelöste mit den Blutströmchen nur in Wechselwirkung zu treten braucht, oder (ausser den Knochen) vielleicht in die Lymphgefässe aufgenommen wird. Unter den organisirten Theilen zeigen die Knochen die auffallendsten Phänomene dieser Art von Resorption. Ihre Zellen entstehen erst hernach bei dem Kinde und vergrössern sich durch Resorption. Die Diploe der Schädelknochen schwindet im Alter, und diese werden dünner. In der Jugend entstehen die Sinus frontales, sphenoidales. Selbst Theile, welche nicht organisirt sind, sondern nur mit organisirten Keimen in Verbindung stehen, wie die Wurzeln der Zähne, sind der Resorption unterworfen. Die Wurzeln der ersten Zähne schwinden zur Zeit des Zahnwechsels, und Soemmerring hat beobachtet, dass sie weich werden, wahrscheinlich durch Auflösung. *Vom Bau des menschlichen Körpers I.* §. 226. u. 233. Indess werden auch bei der Caries der Zähne von fehlerhafter Zusammensetzung der Elemente der Zähne diese durch die Mundflüssigkeit angegriffen und erweicht. Ob necrotische Knochenstücke durch lange Berührung mit thierischen Theilen Substanz verlieren, ist noch unbekannt.

Wird die Ernährung durch Krankheiten des Blutes, durch Lähmung etc. vermindert, so ist die Resorption grösser als die Ernährung, und der Theil schwindet. Ob in der Phthisis Muskelfasern oder nur Zellgewebe schwindet, ist ungewiss, doch scheinen die zarten Muskeln zu schwinden, wie der platysmamyoides und einige Muskeln des äussern Ohres. In der Lähmung schwinden aber häufiger die Muskeln, und namentlich hat Schroeder v. d. Kolk die Umwandlung in Fett bemerkt. Knorpel, Knochen, Gehirn und Nerven schwinden in der Lungenschwindsucht nach Desmoulins und Schroeder's Untersuchungen nicht. Bei allgemeinen Ursachen der Atrophie schwinden die Theile in folgender Reihe, Fett, Zellgewebe, Muskeln, Knochen, Knorpel, Sehnen. Bei anhaltendem Druck kann jedes Gewebe resor-

birt werden, wenn seine Ernährung aufhört. Das Schwinden der Knochen von Druck bleibt indess immer noch räthselhaft, denn wenn das Aufhören der Ernährung von Druck die alleinige Ursache wäre, so müssten auch die Gelenkköpfe an den unteren Extremitäten schwinden. Vielleicht wird durch eine um sich greifende Geschwulst, Aneurysma, Schwamm, Entzündung der Umgebung und auch der Knochen bewirkt, die Folge davon ist Auflockerung, und im aufgelockerten Zustande ist der Knochen leichter der Resorption fähig, sobald seine Ernährung durch Druck beeinträchtigt wird. Doch entsteht hierbei keine Caries. Vergl. Schroeder v. d. Kolk in Luchtmans *de absorptionis sanae et morbosae discrimine. Traj. ad R.* 1829.

Bekanntlich befördert die Jodine das Schwinden und die Resorption der organischen Theile.

### b. Von der Ausschwitzung, exsudatio.

Viele Stoffe, welche in thierischen Flüssigkeiten aufgelöst sind, namentlich die fremdartigen, welche in den Kreislauf eingedrungen, sich im veränderten oder unveränderten Zustande mit dem Blute verbreiten, werden nach den Gesetzen der Imbibition und Endosmose ausgeschieden. Blausaures Kali, durch Endosmose in den Kreislauf aufgenommen, durchdringt nach denselben Gesetzen auch die thierischen Gewebe, welche an die Aussenwelt grenzen, und mischt sich den natürlichen Absonderungsflüssigkeiten bei, so dass es bald in den verschiedensten Absonderungsflüssigkeiten, im Harn z. B. nach Westrumb 2—10 Min. nach der Application spurenweise wieder erscheint. Die in dem Absonderungsorgane enthaltene Flüssigkeit (z. B. der in den Harnkanälchen enthaltene Harn) und das mit blaus. Kali imprägnirte Blut sind die beiden Flüssigkeiten, welche sich durch die thierischen Wände nach rein physicalischen Gesetzen in Gleichgewicht ihrer aufgelösten Theile setzen können. In der Gelbsucht werden auf diese Art fast sämmtliche innere Organe und auch Absonderungsflüssigkeiten, wie der Harn, von dem im Blutwasser aufgelösten Färbestoff der Galle durchdrungen.

Die verdunstbaren Theile des Blutes, natürliche oder fremdartige beigemischte, können von den freien Oberflächen der thierischen Membranen verdunsten, sofern sie nicht durch eigenthümliche Anziehung von dem thierischen Gewebe zurückgehalten werden. Wenn Druck den Durchgang durch die Poren der thierischen Wände begünstigt, so müssen nach physicalischen Gesetzen auch tropfbare Flüssigkeiten in freie mit Gas oder Dunst gefüllte Räume durchdringen. Diess geschieht nach dem Tode schon durch blosse Schwere, so dass Blutwasser und später aufgelöster Färbestoff die Gewebe durchdringen und sich in freien Räumen ansammeln können. Die Galle durchdringt dann die Gallenblase und färbt anliegende Theile gelb. Während des Lebens hält die Resorption diesem Durchdringen der Membranen durch eine organische Anziehung das Gleichgewicht; allein verschiedene Ursachen in Krankheiten heben dieses Gleichgewicht auf, und es

sammelt sich dann Wasser mit aufgelöstem Thierstoff und Salzen in den Höhlen und im Zellgewebe, und verursacht die Erscheinungen der Wassersucht und des eiweissstoffhaltigen Urins. Nach Verschliessung grosser Venenstämme der Eingeweide und der Extremitäten entsteht Exsudation von eiweisshaltigem Wasser aus dem Blute in den anliegenden serösen Säcken oder im Zellgewebe, besonders der unteren Extremitäten, und man kann, wie Bouillaud gezeigt hat, eine Wassersucht des Zellgewebes künstlich erzeugen durch Unterbindung grosser Venenstämme. Die Wassersuchten nach Degeneration der Eingeweide entstehen vielleicht auch zum Theil von Verschliessung der Circulationswege dieser Eingeweide. Aus denselben Ursachen könnte man die Exsudation des aufgelösten Faserstoffes in den Entzündungen erklären, obgleich für die Qualität der ausschwitzenden Materie noch besondere Ursachen einwirken.

Hiernach scheinen die Exhalationen (Dunst) und Exsudationen (tropfbar Flüssiges) nach rein physicalischen Gesetzen der Imbibition, Endosmose und des Druckes auch im lebenden Körper zu erfolgen. Dem ist aber nicht so. Nach physicalischen Gesetzen könnte alles Aufgelöste durchdringen. Im lebenden Körper durchdringt aber nicht alles Aufgelöste unter dem Einflusse der Endosmose und des Druckes die thierischen Gewebe, sondern das Exhalirte und Exsudirte ist oft nur ein Theil der im Blute aufgelösten Stoffe. So exsudirt in der Entzündung unter der örtlichen Blutanhäufung aufgelöster Faserstoff durch die Häute, Faserstoff, der, wie ich bewiesen habe, im lebenden Blutwasser aufgelöst ist. Bei den Wassersuchten, wie sie z. B. durch verhinderten Rückfluss des Blutes bewirkt werden, exsudirt dagegen nicht der Faserstoff des Blutes, das Exsudat gerinnt nicht von selbst, sondern nur durch Reagentien werden Stoffe daraus niedergeschlagen, es enthält nur den aufgelösten Eiweissstoff des Blutes. Hieraus geht hervor, dass dem Durchdringen des aufgelösten Faserstoffes in den Wassersuchten noch durch eine Kraft das Gleichgewicht gehalten seyn muss, welche in der entzündlichen Exsudation gelähmt ist, und diess muss eine Anziehung des lebenden Gewebes zum aufgelösten Faserstoff seyn, während dasselbe Gewebe bei der Wassersucht eiweissstoffiges Wasser durchlässt. Im Anfange der Entzündung wird nur Blutwasser, wie in einer Wunde oder nach dem Legen eines Blasenpflasters, bei heftigerer Entzündung auch Faserstoff ausgeschieden. Dass ähnliche Verhältnisse bei der Exhalation z. B. der Haut stattfinden, ist wahrscheinlich, dagegen unwahrscheinlich, dass alles von den thierischen Oberflächen exhalirt, was verdünstbar ist.

Manche Ausscheidungen sind gar nicht nach den Gesetzen der Endosmose zu erklären, z. B. die des Harnstoffes aus dem Blute durch die Nieren. Diess ist wirklich eine blosse Ausscheidung; denn der Harnstoff wird nicht in den Nieren erst gebildet, sondern Prevost und Dumas haben entdeckt, und Segalas bestätigt, dass nach der Exstirpation der Nieren der Harnstoff im Blute gefunden wird. Diese allerdings aufgelöste Materie wird daher im Blute nur so lange nicht gefunden, als sie nicht durch

die Nieren daraus ausgeschieden wird. Wenn aber Harnstoff schon im Blute aufgelöst ist, warum wird er allein durch die Nieren ausgeschieden und nicht durch alle anderen Absonderungsorgane? Die Gesetze der Endosmose reichen zur Erklärung dieser wahrhaften Ausscheidung nicht aus.

Auch andere Ausscheidungen geschehen aus Bestandtheilen des Blutes und erfolgen nur unter bestimmten örtlichen Bedingungen, wie der Menstrualfluss. Nach Lavagna, Toulmouche, Brande und meinen eigenen Beobachtungen enthält das Menstrualblut keinen Faserstoff. Es formt sich allerdings im Urin oft in Klumpen, aber diese Klumpen sind wie Brei und bestehen vorzüglich nur aus den rothen Körperchen. Dass das Menstrualblut nur eine concentrirte Auflösung von Farbestoff der Blutkörperchen sey, wie Brande behauptet, ist gewiss falsch; ich habe bei Untersuchung des Menstrualblutes wirkliche unveränderte Blutkörperchen darin gefunden. Diess setzt voraus, dass im Uterus der Menstruirenden eine solche Auflockerung der Capillargefässwände eintrete, dass sie zu dieser Zeit Kügelchen durchlassen. An Venenmündungen ist hierbei so wenig als an irgend einem Orte zu denken. Es giebt keine Venenmündungen.

Die langsame Ausscheidung von Blut, welche die Pathologie Diapedesis (per secretionem) nennt, kann auch keine einfache Ausscheidung seyn; sie setzt auch Auflockerung der Gefässwände voraus, und ist in vielen Fällen, wenn nicht in allen, gewiss in einer Zerreissung der kleinsten oder Capillargefässe begründet, wie bei dem Blutspeien und blutigen Auswurf in der Lungenentzündung. Dass aber der die Blutkörperchen färbende Stoff sich unter besonderen Umständen in Blutwasser der lebenden Thiere auflösen könne, und blutig gefärbtes Blutwasser durchschwitzen könne, hat Wedemeyer (*über den Kreislauf. Hannover* 1828. 463.) wahrscheinlich gemacht. Bei Pferden, welchen viel warmes Wasser in die Venen gegossen wurde, trat Exsudation von blutigem Wasser aus der Nase und in die Bauchhöhle ein. Bekanntlich hat der Färbestoff der Blutkörperchen die Eigenschaft sich im Wasser aufzulösen. So scheint sich auch Blutroth im Serum beim Scorbut, im morbus maculosus, und nach dem Schlangenbiss (Autenrieth *Physiol.* 2. 154.) aufzulösen. Nach einem geistreichen Arzt soll die Diapedesis ein Durchdringen von bloss aufgelöstem Blutroth, nicht von Blutkörperchen seyn. Diess ist schwer zu beweisen und vor dem Beweis nicht annehmbar. Selbst das blutige Serum des Blutes im Scorbut enthält vielleicht nicht einmal Farbestoff aufgelöst, sondern zerstreute Kügelchen, was immer leicht geschehen kann, wenn das Blut nicht fest gerinnt.

Die Erscheinung von Kügelchen in den Secreta setzt eine Bildung derselben im Momente der Abscheidung voraus. Aus dem Blute aus den Capillargefässen können diese nicht durchgehen. Die Kügelchen des Eiters sind grösser als die Blutkörperchen, zum Theil noch einmal so gross (Weber), sie können nicht aus den Blutkörperchen ihre Entstehung nehmen, sie sind entweder abgestossene Theilchen der eiternden Oberfläche, oder bilden sich erst im Momente der Abscheidung, da der Eiter im

Momente der Bildung dünn und klar nach Brugmans und Autenrieth abgeschieden werden soll. Die Ausscheidung von Eiterkügelchen, die ins Blut gekommen, durch die Nieren, erscheint daher als eine reine Unmöglichkeit, nur die näheren Bestandtheile des Eiters im aufgelösten Zustande können abgeschieden werden.

---

# *III. Abschnitt.* Von der Lymphe und dem Lymphgefässsystem.

## *I. Capitel.* Von der Lymphe.

Die Lymphe ist der Inhalt der lymphatischen Gefässe. Sie ist eine blassgelbe klare und, wenn sie nicht mit Blutkörperchen zufällig verunreinigt worden, in der Regel nicht röthliche Flüssigkeit. Beim Frosch ist sie ganz klar, nicht einmal gelblich; beim Menschen haben sie Wutzer, H. Nasse und ich gelblich klar beobachtet. Die Lymphe ist geruchlos, reagirt schwach alcalisch, und schmeckt salzig. Die Lymphe des Darmkanals, wenn sie aufgesogene Nahrungsstoffe enthält, ist weniger klar, sondern immer mehr oder weniger getrübt, bald gelbgrau, bald weisslich, von einer grossen Menge von runden Kügelchen. Die Lymphe des Darmes wird bei gefütterten Thieren Chylus genannt.

Lymphe und Chylus enthalten aufgelöstes Eiweiss und aufgelösten Faserstoff. Der leztere gerinnt in der Lymphe innerhalb 10 Minuten zu einer Gallerte. In Reuss und Emmert's Untersuchung (Scherer's *Journ.* 5. 691.) gaben 92 Gr. Lymphe des Pferdes 1 Gr. Coagulum im weichen Zustande, also noch nicht $\frac{1}{3}$ Proc. trocknen Faserstoff. Die übrige Flüssigkeit hinterliess abgedunstet $3\frac{3}{4}$ Proc. trocknen Rückstand, vorzüglich Eiweiss und Kochsalz. Reuss, Emmert und Lassaigne erhielten von der Lymphe der Pferde, wie ich und Nasse von der Lymphe des Menschen, und ich in allen Fällen von der Lymphe der Frösche, den Faserstoff ganz farblos. Nur Tiedemann und Gmelin geben den Faserstoff der Lymphe von Thieren blassröthlich an, was vielleicht von zufälliger Verunreinigung von etwas Blut herrührte. Lassaigne giebt die Zusammensetzung der Pferdelymphe folgendermassen an: Wasser 92,500, Faserstoff 0,330, Eiweiss 5,736, Chlornatrium, Chlorkalium, Natron, phosphorsaurer Kalk zusammen 1,434. Tiedemann und Gmelin fanden in der Lymphe auch

Speichelstoff, Osmazom, kohlen-, schwefel-, salz- und essigsaures Natron und Kali nebst phosphorsaurem Kalk.

Von der Lymphe unterscheidet sich der Chylus dadurch, dass der Chylus freies Fett enthält, dass die Menge der festen Theile in ihm grösser ist (100 Chylus aus den Lymphgefässen des Mesenteriums vom Pferde gaben Tiedemann und Gmelin 0,37 trocknen Faserstoff, die Lymphe des Beckens nur 0,13), und dass der Chylus viel mehr Kügelchen enthält und trüber ist. Die Kügelchen der Lymphe sind sparsam und sind bisher übersehen, Dr. H. Nasse und ich haben sie in der Lymphe des Menschen, und ich sehr häufig in der Lymphe der Frösche gesehen.

Die Lymphe des Menschen scheint zuerst von uns untersucht zu seyn. Denn Soemmerring's Lymphe aus Varices von Lymphgefässen, die nicht gerann, konnte keine Lymphe seyn.

Im Winter 1831—1832 bot sich in Bonn diese ausserordentliche Gelegenheit dar, Lymphe des Menschen zu untersuchen. Im chirurgischen Clinico des Hrn. Professor Wutzer befand sich ein junger Mensch, dem, in Folge einer vor längerer Zeit erlittenen Verletzung am Fussrücken, beständig Lymphe aus der, allen Versuchen zur Heilung trotzenden, kleinen Wunde ausfloss. Wenn man über den Rücken der grossen Zehe in der Richtung gegen die Wunde hinstrich, floss jedesmal eine Quantität ganz klarer Flüssigkeit, zuweilen spritzend, hervor. Diess war Lymphe. Sie setzte nach ungefähr 10 Minuten ein spinngewebeartiges Coagulum von Faserstoff ab. Hier konnte man nun Lymphe in Menge sammeln. Was mich am meisten zu wissen interessirte, war: ob die Lymphe Kügelchen enthalte, welche alle neueren Beobachter, Reuss und Emmert, Soemmerring, Tiedemann und Gmelin, Brande, Lassaigne, nicht beobachtet haben; wogegen Hewson in der freilich zweideutigen Lymphe von der Thymusdrüse des Kalbes unzählige weisse Körnchen von der Grösse der Kerne der Blutkörperchen, und in der röthlichen Lymphe der Milz rothe Körperchen gesehen haben wollte. Bei der mikroskopischen Untersuchung jener Lymphe des Menschen sah ich, dass die Lymphe, obgleich sie klar und durchsichtig war, doch eine Menge farbloser Kügelchen enthielt, die kleiner schienen, als die Blutkörperchen des Menschen, und sehr viel sparsamer darin enthalten waren, als die Blutkörperchen im Blute. Diese Kügelchen verbinden sich beim Gerinnen zum kleinern Theil mit dem Coagulum. Der grösste Theil bleibt im Lymphserum suspendirt. Das Coagulum besteht, wenn es sich zusammengezogen hat, aus einem weissen fadenartigen Gewebe. Das Merkwürdigste ist nun aber, dass das Gerinnsel nicht durch Aggregation der Kügelchen entsteht, sondern man sieht, dass eine vorher aufgelöste Materie gerinnt und die zerstreuten Kügelchen zum Theil in sich aufnimmt. Untersuchte man das Gerinnsel von einer sehr kleinen Quantität Lymphe, die man in einem Uhrglase hatte gerinnen lassen, so erkannte man die Lymphkügelchen bei starker Vergrösserung eben so zerstreut in dem Coagulum, wie sie vorher in der Lymphe selbst erschienen. Die Materie, welche die Lymphkügelchen verbindet, lässt sich besonders an dem zarten Rande

des Coagulum beobachten; sie ist ganz gleichartig, schwach durchleuchtend, und besteht nicht deutlich aus Kügelchen, die, wenn sie darin enthalten sind, sehr viel kleiner seyn müssen, als die Kügelchen der Lymphe. Vergl. H. Nasse, Tiedemann's *Zeitschrift V.* Diese neuen Beobachtungen beweisen, dass, obgleich die Lymphe Kügelchen suspendirt enthält, doch der Faserstoff in ihr aufgelöst ist. Beim Menschen wird sich die Gelegenheit sehr selten darbieten, jene Beobachtungen zu wiederholen. Dagegen werde ich jetzt angeben, wie man sich zu jeder Zeit, wo man Frösche haben kann, die Lymphe dieses Thieres sehr leicht und rein verschaffen kann. Es ist bekannt, dass die Haut der Frösche überaus locker mit den Muskelschichten verbunden ist. Dass zwischen beiden ansehnliche Lymphräume enthalten seyn müssen, erkennt man schon an der Natur der zwischen Haut und Muskeln enthaltenen Flüssigkeit. Wenn man bei grossen Fröschen die Haut am Oberschenkel anschneidet, und, indem man die Zerschneidung grösserer Blutgefässe vermeidet, die Haut eine Strecke weit von den Muskeln ablöst, so fliesst öfter (nicht immer) eine klare, farblose, salzig schmeckende Flüssigkeit aus, und zwar oft sehr reichlich, wenn der Frosch sehr gross und frisch war. Diese Flüssigkeit ist Lymphe. Der Beweis davon liegt in dem Umstande, dass diese Flüssigkeit innerhalb mehrerer Minuten ein ansehnliches, anfangs wasserhelles Coagulum absetzt, das sich allmählig zu einem fadenartigen weisslichen Gewebe verdichtet. Wenn man von einer Anzahl grosser Frösche die Lymphe sammelt, so erhält man genug, um eine nähere Untersuchung anzustellen. Das Faserstoffgerinnsel einer gewogenen Quantität Lymphe wurde getrocknet und mit einer sehr empfindlichen Waage gewogen; so erhielt ich aus 81 Th. Froschlymphe einen Theil trocknen Faserstoff; ein Verhältniss, welches wegen der Menge des Faserstoffes sehr merkwürdig scheint, wenn sich auf einen einzigen Versuch bei so kleiner Quantität ein bestimmter Werth legen liesse. Bewahrt man Frösche lange auf, so gerinnt die gewonnene Lymphe nicht mehr, so wie auch ihr Blut entweder sehr wenig oder gar kein Gerinnsel absetzt. Die Froschlymphe enthält im frischen Zustande Kügelchen, jedoch ausserordentlich sparsam darin zerstreut. Sie sind ungefähr viermal kleiner als die elliptischen Blutkörperchen des Frosches. Sie sind rund und nicht platt. Da man beim Einschneiden der Haut des Frosches jedesmal auch einige Blutgefässe zerschneidet, so ist es unvermeidlich, dass sich bei mikroskopischer Untersuchung in der Lymphe einige elliptische Blutkörperchen zeigen. Diese Beimengung ist aber ganz unbedeutend, und die Lymphe bleibt wasserhell. Durch diese Beobachtung hat man den grossen Vortheil, sich schnell und zu jeder Zeit Lymphe verschaffen zu können; und man kann so die Haupteigenschaften derselben, da sie mit der menschlichen sehr übereinkömmt, in den Vorlesungen zeigen. Dagegen man bisher keinem Arzte einen Vorwurf machen konnte, wenn er in seinem ganzen Leben keine Lymphe gesehen hatte, die doch sonst in den pathologischen Werken und von den Aerzten so viel besprochen wird, so dass sie wegen Unkenntniss der

wahren Natur der Lymphe vielerlei der verschiedensten Dinge mit diesem Namen belegen. Nicht allein faserstoffhaltige und eiweisshaltige Exsudate, sondern auch Wundflüssigkeiten und eiterförmige Stoffe, besonders aber alle Materien, welche sie nicht genau kennen, werden von ihnen Lymphe genannt.

Diese Versuche vom Frosche liefern die Bestätigung jener Beobachtung von der menschlichen Lymphe. Es ist sehr instructiv, unter dem Mikroskope die Entstehung des Gerinnsels in einem Tropfen Froschlymphe zu untersuchen, wo man sich auf das Bestimmteste überzeugen kann, dass die hier in ganz grossen Zwischenräumen zerstreuten Kügelchen gar keinen Antheil an der Gerinnung des vorher aufgelösten Faserstoffes haben. Der Eiweissstoff der Lymphe lässt sich auf die gewöhnliche Weise aus der Lymphe niederschlagen. Merkwürdig ist aber, dass nicht allein die Froschlymphe von viel zugesetztem liquor Kali caustici trüb wird, und dass der Chylus der Säugethiere von zugesetztem liquor Kali caustici sogleich das Eiweiss absetzt, sondern dass nach meiner Beobachtung das Eiweiss auch aus kleinen Quantitäten Blutwasser von viel zugesetztem liquor Kali caustici niedergeschlagen wird. Die Kaliauflösung muss aber ganz concentrirt seyn.

Die Lymphe scheint unter gewöhnlichen Umständen in den meisten Theilen farblos zu seyn, zuweilen hat man sie röthlich gesehen; Magendie, Tiedemann und Gmelin sahen sie so bei fastenden Thieren, aber diese Färbung ist in den Lymphgefässen der Milz nicht selten. Hewson, Fohmann, Tiedemann und Gmelin haben diess bemerkt. Seiler hat es nur ausnahmsweise gefunden. Rudolphi hält es für zufällig. Ich habe indess im Schlachthause an der Milz des Ochsen wiederholt unter den vielen und ansehnlichen Lymphgefässen der Oberfläche der Milz jedesmal einige bemerkt, deren Lymphe schmutzig röthlich war. Ich halte diese ganz leichte durchscheinende Färbung nicht wie Hewson für Färbung von rothen Körperchen des Blutes. Ich glaube vielmehr, dass die Lymphe in dem blutreichen Gewebe der Milz vom Färbestoffe des Blutes etwas aufgelöst hat.

Der Chylus der Thiere ist fast immer trüber als ihre Lymphe, und diese Trübheit scheint von den Kügelchen des Chylus herzurühren. Bei den Säugethieren ist der Chylus meist weisslich, besonders nach fettiger und Fleischnahrung. Bei Vögeln ist der Chylus nicht weiss, sondern mehr durchscheinend. Im ductus thoracicus der Pferde, seltener bei anderen Thieren, ist der Chylus röthlich, und sein Coagulum wird dann in der Luft noch röther.

Was die Vergleichung der Blutkörperchen und Chyluskörnchen betrifft, so sind die Chyluskügelchen der Säugethiere, die ich vom Kaninchen, von der Katze, vom Hunde, vom Kalbe und von der Ziege mikroskopisch untersucht habe, nicht platt, wie die Blutkörperchen, sondern rund. Prevost und Dumas fanden die Chyluskügelchen $\frac{1}{7999}$ Par. Zoll, was mehr als halb so viel beträgt, als die Blutkörperchen des Menschen. (Siehe E. H. Weber in Hildebrandt's *Anatomie* I. S. 160.) Ich habe die Chylus-

kügelchen jedesmal auf derselben Glasplatte mit den Blutkörperchen desselben Thieres untersucht, und fand ihre Grösse bald gleich der der Blutkörperchen, wie bei der Katze, bald, und zwar meistens, etwas kleiner, wie beim Kalbe, bei der Ziege, beim Hunde; bei welchem letztern ich sie von sehr verschiedener Grösse, die meisten sehr klein, und alle kleiner als die Blutkörperchen fand. Beim Kaninchen fand ich sogar die Chyluskügelchen zum Theil grösser als die Blutkörperchen, die meisten waren sehr klein, $\frac{1}{2}$ bis $\frac{2}{3}$ so gross als die Blutkörperchen; viele waren nicht kleiner als die Blutkörperchen, und einige waren offenbar grösser, wenigstens noch einmal so gross; fein zertheilte Fetttheilchen waren diess nicht, wie ich solche allerdings von ansehnlicher Grösse ganz deutlich in dem Chylus eines mit Butter gefütterten Hundes von den anderen Kügelchen verschieden erkannte. Damit stimmen R. Wagner's Beobachtungen überein. Hecker's *Ann.* 1834. Mueller's *Archiv* 1835. 107. Auch Wagner ist in Hinsicht der Identität der Lymph- und Chyluskörperchen mit den Kernen der Blutkörperchen sehr zweifelhaft. Wir verdanken Tiedemann's und Gmelin's klassischen Untersuchungen offenbar das Meiste, ja fast Alles, was wir über den chemischen Hergang der Verdauung wissen; sie haben uns auch die vollständigsten Aufschlüsse über den Chylus geliefert, mit denen ich meine wenig zahlreichen Beobachtungen über den Chylus nicht entfernter Weise vergleichen kann. Indessen muss ich doch eine Behauptung bestreiten, welche Tiedemann und Gmelin sehr bestimmt aussprechen, dass nämlich alle Trübung und alles weissliche Ansehen des Chylus von suspendirten Fettkügelchen herrühre. Tiedemann und Gmelin scheinen den Chylus für eine vollkommene Auflösung der Thierstoffe zu halten, in welcher keine anderen Kügelchen als Fettkügelchen schweben. In der That haben sie gesehen, dass beim Schütteln des milchigen Serums vom Chylus mit weingeistfreiem Aether allmählige Klärung des Serums eintrat. Die Gewissheit über den Ursprung der Kügelchen im Chylus ist von ausserordentlicher Wichtigkeit; denn wenn z. B. Chylus ganz aufgelöster Thierstoff wäre, und bei der Resorption keine Kügelchen in die Lymphgefässe eindrängen, als etwa bloss flüssige Fetttheilchen, so wäre es denkbar, dass die Oeffnungen, die man bisher vergebens an den Zotten des Darmkanals gesucht hat, wirklich fehlen könnten, und dass die Anfänge der Lymphgefässnetze keine grösseren Poren hätten, wie alle weiche Thiersubstanz, welche für Aufgelöstes permeabel ist. Es ist mir aber wahrscheinlich, dass aus dem Darmkanal auch wirklich Kügelchen in den Chylus übergehen, und dass es nicht bloss fein zertheilte Fetttröpfchen sind. Als ich milchiges Serum vom Chylus der Katze in einem Uhrglase mit weingeistfreiem Aether versetzte, schien sich zwar anfangs allmählig das Serum etwas aufzuklären; aber es blieb doch, selbst nach langer Fortsetzung des Versuches unter immer neuem Zugiessen von Aether, unten ein trübes Wesen zurück, und als ich dieses unter dem Mikroskope untersuchte, bemerkte ich darin die ganz unveränderten Chyluskügelchen. Ich gebe gerne zu, was Tiedemann und

Gmelin so allgemein beobachtet haben, dass der Chylus bei fettiger Nahrung trüber wird; allein ich kann nicht annehmen, dass alle Kügelchen des Chylus Fetttheilchen seyen. Wenn aber auch der Aether das Chylusserum wirklich ganz klar machte, so würde daraus doch noch nicht folgen, dass die Kügelchen blosse Fetttheilchen seyen. Denn die Lymphe ist ganz klar, und enthält doch zerstreute Kügelchen.

Die sparsamen Kügelchen der Lymphe müssen bei der Resorption von den Partikeln der Organe abgestossen werden, oder sich in der Lymphe bilden. Dass die Kügelchen des Chylus erst in den Lymphgefässen entstehen, dafür sind keine Beweise vorhanden. Diese Bildung der Kügelchen müsste schon in den Lymphgefässnetzen der Darmhäute stattfinden; denn beim Kalbe, wo man an der Oberfläche des Darmes sehr gut die mit Chylus gefüllten Lymphgefässe sehen kann, habe ich in dem Chylus dieser Gefässe schon die gewöhnlichen Kügelchen bemerkt. Nach einer Hypothese von Doellinger würden sich die Kügelchen im Chylus auch ohne Durchdringen der Lymphgefässwände und ohne Poren erklären lassen. (Froriep's *Notizen, Bd.* 1. n. 2.) Doellinger nimmt an, dass die Zotten äusserlich durch Aggregation und Apposition von Bildungstheilchen aus dem Chylus des Darmkanales wachsen, wie die Keimscheibe des Embryo vor dem Entstehen der Blutgefässe aus der Dottersubstanz durch Apposition wächst. Während nun die Darmzotten äusserlich Stoff ansetzen, soll sich ihr Inneres in Chylus auflösen; allein Beobachtungen machen diese Hypothese unwahrscheinlich. Der Chylus ist bei Säugethieren immer mehr oder weniger trüb nach der Fütterung, und unterscheidet sich hierdurch constant von der Lymphe oder dem Resorptionsproducte anderer Theile, er variirt offenbar nach der Natur der Nahrungsmittel. Jedermann weiss, wie schnell Flüssigkeiten im Darmkanale aufgesogen werden, die doch schwerlich bloss unmittelbar in die Capillargefässe und so ins Blut gelangen, und dass Farbestoffe, wenn gleich selten, doch einigemal in den Lymphgefässen beobachtet worden sind. Schlemm hat eine Beobachtung an jungen Kätzchen, die noch an der Mutter trinken, gemacht, wodurch es einigermaassen wahrscheinlihh wird, dass bei ihnen wirklich Milch ins Blut gelangt. Eine Beobachtung, die Rudolphi und ich verificirt haben, und welche auch Mayer bestätigt hat. (Siehe Froriep's *Not. N.* 536. 565.) Diese Kätzchen haben zuweilen, nicht immer, eine gewisse Zeit nach dem Trinken ein gelbrothes Blut, welches beim Gerinnen sich in ein rothes Coagulum und milchweisses Serum scheidet. Rudolphi und Mayer behaupten es auch von ganz jungen Hunden, was ich indess in einem Falle nicht gefunden habe. Bei jungen Thieren scheinen also wirklich die Kügelchen der Milch, welche eben die Milch weiss machen, in die Lymphgefässe des Darmkanales zu gelangen, gleichwohl gerinnt ein Theil der Milch im Magen jener Thiere, wie Mayer bemerkt. Kastner (*das weisse Blut. Erlangen* 1832.) wollte die Wiederholung von Schlemm's Beobachtung nicht gelingen. Eine ausführliche Untersuchung des Chylus wird übrigens bei der Verdauung im 2. Buch 4. Abschn. gegeben.

## *II. Capitel.* Von dem Ursprunge und Bau der Lymphgefässe.

*Verhalten der feinsten Lymphgefässe.*

Die wichtigen älteren Untersuchungen über den Bau der Lymphgefässe sind in der von Ludwig herausgegebenen Sammlung der Schriften von Mascagni, Cruikshank und Anderen zusammengestellt. In der neuern Zeit hat dieser Gegenstand wichtige Aufschlüsse erhalten, besonders durch die ausgezeichneten Arbeiten von Fohmann (*das Saugadersyst. der Wirbelthiere. I. H. Heidelb.* 1827. *fol.*), von Lauth (*essai sur les vaisseaux lymphatiques. Strasb.* 1824. *Ann. des sc. nat. T.* 3.) und von Panizza (*osservazioni antropo-zootomico-fisiologiche. Pavia* 1830. *fol.*, und *Sopra il sistema linfatico dei rettile ricerche zootomiche. Pavia* 1833.)

Die Anfänge der Lymphgefässe zeigen sich in Quecksilberinjectionen in einer zweifachen Form.

1) Als Netze mit bald länglichen, bald mehr gleichförmigen Maschen. Die Maschen sind häufig kleiner als der Durchmesser der feinsten Lymphgefässe selbst, und letztere erscheinen daher als ein sehr eng zusammengezogenes Netzwerk von unregelmässiger Bildung, so dass die ungleichen Theile des engen Netzwerkes dem Unaufmerksamen wie Aggregate von Zellen erscheinen können, während sie doch nur Ungleichheiten und kleine Erweiterungen des Netzwerkes bei sehr engen Maschen sind. In anderen Theilen, wo das Netzwerk viel weitere Maschen hat, ist die netzförmige Bildung sogleich in die Augen fallend. Die Stärke des Durchmessers dieser Gefässe in den Netzen ist sehr verschieden, niemals aber sind sie so fein als die Capillargefässe, und ich kenne keine Lymphgefässe, welche nicht mit blossen Augen sichtbar wären. Am feinsten müssten sie wohl in den Kiemen seyn, nach Fohmann's schöner Entdeckung und nach dessen Abbildungen. Dass es noch feinere Lymphgefässe giebt, ist sehr unwahrscheinlich, weil eben die Lymphgefässnetze, wie wir sie jetzt kennen, nur sehr kleine Zwischenräume zwischen sich lassen.

2) In anderen Fällen sieht man die Anfänge derselben nicht als Netze, sondern als mit einander zusammenhängende kleine, mehr oder weniger regelmässige Zellen. So waren die Lymphgefässinjectionen des Nabelstranges, die zweifelhaften Lymphgefässe der Cornea, die ich gesehen. So fiel die Injection auch am Darmkanale aus, wenn ich beim Kalbe eines der mit Chylus gefüllten, am Darme hervorkommenden Lymphgefässe gegen den Darm hin, um den Widerstand der Klappen zu überwinden, durch eine Stahlspritze mit Quecksilber füllte, was mir in einem Falle bei gewaltsamer Injection ziemlich gut gelang. Die grosse Menge der kleinen Zellen, die sich dann füllen, führt auf den Gedanken, dass das Zellgewebe selbst der Anfang der Lymphgefässe sey. Fohmann ist sogar der Meinung, dass alles, was wir für Zellgewebe ansehen, Lymphgefässe sind. Tiedemann *Zeitschrift f.*

*Physiol.* 4. 2. Diess scheint mir noch sehr problematisch. Die Zellen werden dann besonders als Anfänge der Lymphgefässe zweifelhaft, wenn sie sich gerade vorzugsweise bei solchen Theilen vorfinden, in denen man sonst keine längeren regelmässigen Lymphgefässe antrifft, wie an dem Nabelstrange und der Cornea. Vergleichung glücklicher und weniger gelungener Injectionen und eigene Versuche machen mich glauben, dass viele der sogenannten zellenförmigen Lymphgefässanfänge gar keine wahren Lymphgefässe sind, und dass die Lymphgefässanfänge in der Regel auch im dichtesten Zustande gedrängte, oft regelmässige Netze bilden. So gross meine Bewunderung der herrlichen Lymphgefässinjectionen des trefflichen Fohmann ist, die ich wiederholt im Museum zu Heidelberg gesehen, so sehr ich anerkenne, dass diese Arbeiten alles übertreffen, was ich in dieser Art von Lymphgefässen gesehen habe, so weiss ich jedoch sehr gut einen Unterschied zwischen den vielen gelungenen Injectionen und einigen weniger guten zu machen, und hege den bescheidenen Zweifel, dass nicht alles Lymphgefässe sind, was man bei Injectionen erhält. So kann ich die von mir gesehenen Quecksilberanfüllungen unter der Conjunctiva corneae oder zwischen den Lamellen der Cornea nicht für Lymphgefässe halten. In Hinsicht der von Fohmann (*Zeitschrift für Physiol.* 4. 2.) beschriebenen Lymphgefässe des Nabelstranges bin ich ganz ungewiss. Ich injicirte nach Fohmann's Vorschrift den Nabelstrang, es gelang mir die Quecksilberinjection (mit einem Stahlspritzchen) selbst am Nabelstrange eines 6monatlichen Foetus stellenweise, so dass ich die Injection aufbewahren konnte. Ich erhielt lauter kleine mit Quecksilber gefüllte Zellchen von $\frac{1}{4}$—$\frac{1}{16}$ Millim. Diese Zellchen sind gewiss nicht künstlich gebildet, die meisten sind fast gleich gross, und aus einem Zellchen rückt das Quecksilber in das andere ohne alle Extravasation. Der grösste Theil des Gewebes des Nabelstranges um die Blutgefässe besteht aus ihnen. Nur an der Insertio umbilicalis des Nabelstranges füllten sich mehrere ganz kurze parallele Kanälchen. Ich weiss nicht, ob jene Zellen Lymphzellen sind, und bezweifle, dass sie der Resorption dienen.

Die Lymphgefässe des Darmkanales entspringen im Dünndarm, zum Theil in den Darmzotten, aber auch in der ganzen Schleimhaut des Darmkanales. Bei Injection der Lymphgefässnetze der Schleimhaut des Darmes dringt kein Quecksilber hervor. Auch die Darmzotten haben keine offenen Enden, welche Lieberkuehn, Cruikshank, Hedwig und Bleuland fälschlich angenommen. Siehe Rudolphi, *anatomisch-physiol. Abhandlungen.* Alb. Meckel in Meck. *Archiv T.* 5.

Eine wichtige Bemerkung wäre es, wenn der leichte Uebergang von Milch, der nach meinen Versuchen in die Lymphgefässe eines mit dem Gekröse ausgeschnittenen frischen, mit Milch injicirten Darmstückes erfolgt, ohne Zerreissung des innersten Darmhäutchens vor sich ginge. Wenn man ein ausgeschnittenes Stück Darm des *Schaafes* an einem Ende zubindet und mit einer Spritze dieses Darmstück strotzend mit Milch füllt, so erhält

man sogleich die Lymphgefässe des Darmes ausgedehnt von Milch, die sehr schnell in ihnen fortrückt. Wenn man die Milch in den Lymphgefässen nach der Richtung der Klappen fortstreicht, so bemerkt man sogleich, wie die vom Darme kommenden Lymphgefässe sich wieder füllen, besonders wenn man den Darm comprimirt. Am schnellsten folgt die Anfüllung der Lymphgefässe mit Milch, wenn man das strotzende Darmstück durch Zusammendrücken in der Längenrichtung zu verkürzen sucht, weniger, wenn man es von der Seite comprimirt. Nimmt man statt Milch eine feine Injectionsmasse von Zinnober, so füllen sich die Lymphgefässe sehr schwer, und mit Quecksilber gar nicht. Mit einem vollkommen aufgelösten Farbestoff, wie z. B. mit löslichem Indigo, kann man indess auf diese Art sehr leicht Injectionen der Lymphgefässe des Gekröses machen. Dieser von mir beobachtete schnelle Uebergang scheint aber jedesmal mit Zerreissung des innersten Darmhäutchens an einer Stelle zu erfolgen, denn die Anfüllung der Lymphgefässe erfolgt plötzlich, und bei Untersuchung der innersten Darmhaut findet man diese oft hier und da verletzt. Dem zufolge lege ich auch auf diesen leichten Uebergang, den ich nur beim Schaafe, aber bei keinem andern Thiere beobachtete, in der gegenwärtigen Frage keinen Werth. Es bleibt indess immer zweifelhaft, ob die Chyluskügelchen schon gebildet in die Lymphgefässe des Darmes eindringen, vorzüglich spricht dafür die verschieden trübe Beschaffenheit des Chylus nach Maassgabe verschiedener Nahrung. Nun frägt sich, wo sind Oeffnungen für diesen Durchgang, die jedenfalls grösser seyn müssten, als die in anderen weichen, thierischen Theilen vorauszusetzenden Poren, vermöge welcher sie für Wasser und für Aufgelöstes permeabel sind; denn die Capillargefässe sind zwar permeabel für Flüssiges und Aufgelöstes, aber nicht für die Blutkörperchen. Alle guten Beobachter stimmen darin überein, dass an den Darmzotten keine Spuren von Oeffnungen zu bemerken sind; und ich selbst habe bei wiederholten Untersuchungen der Darmzotten von Kaninchen, Kalb, Ochsen, Schwein und von der Katze nie eine Oeffnung an dem Ende der Darmzotten bemerkt. An dieser Stelle sind die Oeffnungen der Darmzotten jedenfalls fabelhaft.

Folgendes ist das Resultat meiner mikroskopischen Untersuchung über den Bau der Darmzotten. Die Zotten sind bald walzenförmige, bald blättchenförmige, oft pyramidale, kurze Fortsätze der innersten Haut des Darmes von $\frac{1}{4}$ bis 1, höchstens $1\frac{1}{2}$ Linien Länge, welche ihr, im Wasser vergrössert, das Ansehen eines dichten Pelzwerkes geben. In dieser Art kommen sie in der Regel nur beim Menschen, den meisten Säugethieren und vielen Vögeln vor. Bei einigen Fischen bemerkt man etwas Aehnliches, und bei einer Schlange, Python bivitatus, hat Retzius zottenartige Fortsätze der innersten Darmhaut beschrieben, welche man schwerlich für etwas Anderes halten kann, obgleich Rudolphi den Fischen und Amphibien wahre Zotten abspricht. Alb. Meckel hat Unrecht, wenn er alle Zotten auf ein an der Basis breites, an der Spitze verschmälertes Blatt reduciren will.

Sie sind allerdings bei den meisten Säugthieren platt, wie beim Kaninchen, Hund, Schwein; allein beim Kalbe, Ochsen, Schaaf sind viele Zotten walzenförmig; zuweilen findet man in einem Theile des Darmes mehr platte, in einem andern Theile desselben mehr walzenförmige Zotten, wie beim Ochsen und Schaafe, zuweilen stehen platte und walzenförmige vermischt, wie ebenfalls beim Ochsen und Schaafe, und bei denselben Thieren, besonders beim Schaafe bemerkt man oft an manchen Stellen platte, breite Zotten mit walzenförmigen Endzipfeln. Indem die Zotten an der Basis breiter werden und in Fältchen zusammenhängen, gehen sie in die Fältchen über, welche bei vielen Vögeln und bei den Amphibien die Zotten ersetzen. Diesen Uebergang beobachtet man sogar an einem und demselben Thiere. Im obern Theile des Dünndarmes des Kaninchens sind die pyramidalen Zotten an der Basis in Fältchen vereinigt, im mittlern Theile sind sie mehr abgesondert, Das Ende der Zotten ist bald rund, bald etwas zugespitzt, bald wie abgeschnitten, letzteres beim Hunde. Rudolphi glaubte früher, dass die Zotten ohne Blutgefässe seyen, und A. Meckel hielt die in sie bei Injectionen eindringende Masse für imbibirt und extravasirt. A. Meckel, der sonst die besten Abbildungen der Zotten gegeben hat, konnte bei dieser Behauptung unmöglich gute Injectionen von Darmzotten vor sich gehabt haben. Ihre Gefässe lassen sich nicht allein sehr schön injiciren, sondern ich habe einmal beim Kalbe, und später wieder beim Hunde, die ich unmittelbar nach dem Tode ohne auszuwaschen, untersuchte, selbst noch Blut in den zarten Gefässen der Darmzotten mit und ohne Loupe gesehen. Doellinger, Seiler und Lauth haben diese Gefässe nach Injectionen beschrieben und abgebildet.

Die Zotten zeigen niemals am Ende eine Oeffnung, und die von Bleuland u. A. angenommenen Mäuler am Ende derselben gehören seit Rudolphi's Widerlegung unter die Fabeln. Ihr Ende zeigt dasselbe zarte Gewebe, wie ihre ganze Oberfläche. Rudolphi hat unsere bisherigen Kenntnisse vom Bau dieser Theile mit folgenden Worten zusammengefasst: „Niemals haben sie eine sichtbare Oeffnung, in ihrem Innern sind Netze von Blutgefässen, die sich aber selten anders, als durch Einspritzen darstellen lassen, so wie auch in ihnen die Netze der Saugadern anfangen.“ Ein wichtiger Umstand scheint mir, dass die Darmzotten zum Theil im Innern hohl sind und aus einem überaus zarten Häutchen bestehen, in welchem die Blutgefässe verlaufen. Diese einfache Höhlung fand ich vorzüglich dann, wenn die Zotten walzenförmig sind. Ich ward zuerst sehr überrascht bei einem ganz frisch untersuchten Darme vom Kalbe, dessen Lymphgefässe weissen Chylus enthielten, zu sehen, dass die Zotten im Innern mit derselben weissen, undurchsichtigen Materie von oben bis unten gefüllt waren. Später untersuchte ich den Dünndarm eines Kalbes, und fand die Zotten nicht mit weisser Materie angefüllt, sondern leer und deutlich hohl, wie Rudolphi selbst einmal beim Ferkel beobachtet hat. Hier, wie ferner an den Zotten des Ochsen, konnte ich unter dem Mikroskope diese zarten Theile mit

der Nadel aufritzen; auch beim Kaninchen glaubte ich die blattförmigen, etwas breiten Zotten hohl zu sehen. A. Meckel hat einmal einen Anschein von Hohlheit gesehen und abgebildet; aber für Umbiegung der Blättchen erklärt, woran bei meinen Beobachtungen nicht zu denken ist.. Die Dicke des Häutchens, woraus die Zotten beim Kalbe bestehen, habe ich durch Vergleichung zu 0,00174 P. Zoll ausgemittelt. In dieser Dicke verlaufen also die blutführenden Capillargefässe der Darmzotten, die man auf 0,00025 bis 0,00050 P. Zoll schätzen kann. So leicht ich mich beim Kalbe, Ochsen, Schaafe und Kaninchen von der Hohlheit der Zotten überzeugen konnte, und zwar an denjenigen Zotten, welche weniger platt und breit, sondern schmal oder gar walzenförmig waren, so wenig konnte ich es an den Zotten der Katze, des Schweines und des Hundes; die des Hundes scheinen nur in ihrem obern Theile hohl zu seyn; auch die Fältchen im Darmkanale der Fische, wie des Aales, des Karpfens und der Clupea alosa, sind durchaus nicht hohl, sondern fest an einander liegende Duplicaturen. Auch die im Darmkanale des Schaafes an gewissen Stellen vorkommenden platten, breiten Zotten bestanden offenbar nicht aus einer einfachen Höhlung, eben so wenig, wie solche ganz breite Zotten im Darme des Kaninchens; und überhaupt scheinen alle breiten, platten Zotten mehr, als eine einfache Höhlung, als Anfang der Lymphgefässe zu enthalten. Die Darmzotten des Menschen zeigten nämlich auf der hiesigen Anatomie bei einem Menschen, dessen Lymphgefässe des Darmes bis in die Zotten mit weissem Chylus gefüllt waren, eine einfache Höhlung von oben bis unten, wie die mikroskopische Untersuchung von Henle und die von Schwann ausgeführte Injection dieser Zotten mit Quecksilber von den deutlich sichtbaren Lymphgefässen der Mucosa bewies. Das Queeksilber füllte die Zotten bis an die blinden Enden.

Man kann etwas für hohle Zotten halten, was ganz davon verschieden ist. Diess ist eine Art Epithelium, wenn gleich von ausserordentlicher Zartheit. Rudolphi hat das Epithelium zuerst vom Dachs erwähnt. Bei Kälbern und jungen Katzen ist es sehr leicht, sich zu überzeugen, dass die Zotten von einem leicht abstreifbaren, überaus zarten, unorganisirten Häutchen überzogen sind, welches sich wie ein Handschuh von den Zotten ablöst; es ist sehr zart und zerreiblich. Um diess zu beobachten, darf man das Darmstück nicht sehr auswaschen, weil es sich sonst von selbst löst. Beim Ochsen ist es noch viel zarter und nicht leicht zu beobachten; es wäscht sich wie eine schleimige Materie ab, an der man nur hier und da noch die Form der Zotten erkennt. Mit dem festen Epithelium anderer Schleimhäute lässt sich diess nicht vergleichen. Es ist keine epidermisartige Masse, sondern, wenn auch zusammenhängend hautartig, doch dem Schleime so verwandt, dass mir die Absonderung hier zwischen Epithelium und Schleim in der Mitte zu stehen scheint.

Obgleich ich niemals am Ende der Zotten eine Oeffnung bemerkt habe, und obgleich ich bei früheren Untersuchungen nie-

mals auf der ganzen Oberfläche der Zotten kleine Löcherchen sehen konnte, so habe ich doch neulich an sehr ausgewaschenen Darmstücken des Schaafes und Ochsens auf den Wänden der Darmzotten, und zwar auf der ganzen Oberfläche der Zotten, ganz undeutliche zerstreute Grübchen bemerkt, die man wohl für schief durchgehende Oeffnungen halten könnte. Ich theile diese von mir wiederholte Beobachtung jedoch nur mit grosser Zurückhaltung und viel Misstrauen mit. Die Untersuchung muss mit einem einfachen Mikroskope geschehen, und das kleine Object muss in Wasser über einer schwarzen Unterlage beobachtet werden. Den Anfang der Lymphgefässe in den Darmzotten kann man übrigens in dem früher angeführten Versuche beobachten. Spritzt man Milch in das Innere eines Darmstückes vom Schaafe ein, bis sich die Lymphgefässe, wahrscheinlich durch Zerreissung des innersten Häutchens, plötzlich füllen, so findet man hernach auch wohl die Darmzotten hier und da mit Milch gefüllt. Man muss den Versuch sehr oft anstellen, um eine zufälligerweise erfolgte Anfüllung der Damzotten mit Milch zu erhalten, die wahrscheinlich nicht von der innern Fläche der Zotten aus, sondern rückwärts von den durch Zerreissung angefüllten Lymphgefässnetzen erfolgt. Untersucht man solche mit Milch gefüllte Zotten mit dem Mikroskope, so glaubt man in den dünnen walzenförmigen Zotten nur einen einfachen Kanal zu sehen: die breiten, platten Zotten enthalten mehrere unregelmässige anastomosirende, meistens aber von der Basis nach dem Ende der Zotte gerichtete Kanäle, welche hier blind endigen oder sich in die fingerförmigen Fortsätze der platten Zotten fortsetzen. Diese Kanäle in den platten Zotten liegen dicht an einander, wie ein sehr unregelmässiges Netzwerk; sie sind viel stärker als die blutführenden Capillargefässe zu seyn pflegen. Die Darmzotten, mögen sie nun Oeffnungen haben oder nicht, können unmöglich die einzigen Organe der Einsaugung seyn, da sie so vielen Thieren fehlen. Diese Betrachtung führte mich zur mikroskopischen Untersuchung des Häutchens, von dem die Darmzotten ausgehen, und welches allen Thieren gemein ist.

Untersucht man ein wohl ausgewaschenes Stückchen vom Dünndarme eines Säugethieres, und die Beschaffenheit des Häutchens, welches die Zotten an der Basis verbindet, mit dem einfachen Mikroskope, so erkennt man ohne viele Mühe eine wunderbare Menge von sehr kleinen Oeffnungen, die ungefähr 2 bis 3mal so gross als die Blutkörperchen des Frosches, und 8 bis 12mal so gross als die der Säugethiere sind. Diese Oeffnungen stehen bei den Säugethieren zuweilen so dicht an einander, dass die Brücken zwischen denselben kaum so dick als die Oeffnungen selbst sind. Meistens sind sie jedoch mehr zerstreut; in diesem Falle geben diese Vertiefungen dem innersten Darmhäutchen ein schwammiges, überaus zartes Ansehen. Selbst die Basis der Zotten erscheint beim Schaafe und Ochsen wie durchlöchert. Es sind die Oeffnungen der mikroskopischen Lieberkuehn'schen Drüschen. Siehe Boehm *de gland. intestinal. struct. Berol.* 1835.

Gegen den Ursprung der Lymphgefässnetze aus mikrosko-

pisch sichtbaren Oeffnungen sprechen des trefflichen FOHMANN Beobachtungen, welcher bei den gelungensten Quecksilberinjectionen der Lymphgefässnetze in den Darmhäuten der Fische niemals Quecksilber aus der innern Fläche des Darmkanales herauskommen sah. Dasselbe beweist die oben angeführte, SCHWANN gelungene Injection einzelner Darmzotten des Menschen mit Quecksilber von den Lymphgefässen der Mucosa.

Die Lymphdrüsen, welche den Vögeln fast ganz (ausser am Halse) fehlen, und bei den Amphibien und Fischen gar nicht vorhanden sind, scheinen bei Vögeln, Amphibien und Fischen durch blosse Geflechte von Lymphgefässen ersetzt. Auch die Lymphdrüsen selbst bestehen nur aus netzförmigen Anastomosen und Verwickelungen der Lymphgefässe. Die Vasa lymphatica inferentia einer Lymphdrüse theilen sich beim Eintreten in dieselben in kleine Zweige, und aus kleinen Zweigen bilden sich wieder die Vasa efferentia derselben, welche weniger zahlreich und etwas stärker sind. Da aber beide im Innern der Lymphdrüse durch die Netze der Lymphgefässe, woraus die ganze Drüse besteht, anastomosiren, so kann man aus den ersteren die letztern durch diese Drüsen hindurch mit Quecksilber füllen. Die einfachen Lymphdrüsen sehen wie blosse Geflechte der Lymphgefässe aus, eine mit Quecksilber gefüllte stärkere Drüse hat dagegen ein scheinbar zelliges Ansehen. Indessen scheinen auch diese Zellen nur kleine Erweiterungen geschlängelter Lymphgefässe zu seyn, so wie auch die Lymphgefässnetze in anderen Theilen, wenn man nicht auf die kleinen Maschen Acht giebt, häufig zellig aussehen. Hierfür spricht auch das Fortschreiten des Quecksilbers beim Anfüllen der Drüse. Es lassen sich wohl die entgegengesetzten Ansichten von CRUIKSHANK, der hier Zellen annimmt, mit denen von MECKEL, HEWSON und MASCAGNI, welche sie für Erweiterung der Lymphgefässschlingen halten, vereinigen. Siehe übrigens über diese Controverse E. H. WEBER *Anatomie* 3. *p.* 109—113. Dass die Lymphgefässe in den Drüsen, wie in anderen Theilen, noch in ihren Wänden von Capillargefässnetzen durchzogen sind, ist unzweifelhaft; selbst die Lymphgefässe des Darmes haben nach FOHMANN's Untersuchungen noch eine innere Haut bis in die Netze, und dass in den Darmzotten noch Capillargefässe zahlreich enthalten sind, ist schon erwähnt worden. Daher sind die Lymphgefässanfänge immer noch als eine sehr zusammengesetzte Bildung zu betrachten, als Theile, deren Wände blutführende Capillargefässnetze als Elemente enthalten. Die Lymphgefässe ausser den netzförmigen Anfängen sind aus zwei Häuten gebildet, einer äussern glatten und einer innern, welche Klappen bildet, die den Lauf der Lymphe gegen die Lymphgefässstämme erleichtern und umgekehrt erschweren. Beim Wallfisch fand ABERNETHY die Gekrösdrüsen sackartig (?) gebildet, während sie beim Delphin nach KNOX derb sind. FRORIEP's *Not. N.* 158.

Nun ist zu untersuchen, ob die Lymphgefässanfänge oder überhaupt die Lymphgefässe ausser der Verbindung des Lymph-

gefässstammes, ductus thoracicus, mit dem Venensystem noch mit anderen Kanälen zusammenhängen.

Cruikshank, J. Fr. Meckel d. Aelt. und Panizza haben bei Injectionen der ductus lactiferi der Milchdrüse und des ductus hepaticus, auch das Quecksilber in die Lymphgefässe übergehen gesehen. Auch Walter erfüllte Lymphgefässe durch Injection der Gallenkanäle der Leber. Hieraus darf man aber nicht schliessen, dass die Lymphgefässanfänge mit den absondernden Kanälen der Drüsen in offener Verbindung stehen. Auch ich habe neulich bei Injection der Milchdrüsen des Hundes eine Injection der umherliegenden Lymphgefässe erhalten, allein diese erfolgte gerade dann, wenn die glückliche Injection der bläschenförmigen Enden der ductus lactiferi nicht gelang; wenn also Extravasat entstanden war, das hierbei in keine Theile so leicht übergeht als in die Lymphgefässe, weil die Anfänge derselben viel weiter als die Capillargefässe sind. Wenn jener offene Zusammenhang wirklich bestände, den Panizza läugnet, und der gewiss nicht stattfindet, so könnte er nur zwischen Lymphgefässen und den Stämmchen der absondernden Kanäle stattfinden; denn die netzförmigen Anfänge der Lymphgefässe sind ausserordentlich viel grösser als die blinden Anfänge der absondernden Kanälchen in den zusammengesetzten Drüsen. Der Zusammenhang von Lymphgefässen und Arterien, wovon Magendie so nebenbei spricht, ist eben so wenig statthaft. Dagegen sind die Verbindungen der Lymphgefässe mit kleinen Venen in der neuern Zeit wirklich durch Fohmann's Untersuchungen wieder Gegenstand der Controverse geworden. Bei den Vögeln gehen nach Fohmann, Lauth und Panizza die Lymphgefässe auf eine mit blossem Auge erkennbare Art in die Venen des Schenkels und Beckens über. Ich werde in der Folge nach eigenen Beobachtungen den Zusammenhang der Lymphgefässe des Schenkels beim Frosche mit der Vena ischiadica anführen. Eine ganz andere Frage ist, ob einzelne Lymphgefässe mit kleineren Venen zusammenhängen. Fohmann behauptet diess von den Lymphgefässen der Vögel, Amphibien und Fische, und hat es sogar abgebildet. Dass dieser Zusammenhang bei Menschen und Säugethieren, welche Lymphdrüsen besitzen, ausser den Lymphdrüsen nicht stattfinde, erkennt Fohmann an. Lippi's Versicherungen und Abbildungen von einem solchen Zusammenhange verdienen nach der Kritik dieser Arbeiten durch Fohmann und Panizza kein besonderes Zutrauen. Lippi *illustrazioni fisiologiche e pathologiche del sistema linfatico-chilifero etc. Firenze* 1825. Fohmann *l. c. p.* 1. Dagegen behauptet Fohmann, dass ein solcher Zusammenhang beim Menschen und den Säugethieren in den Lymphdrüsen stattfinde, wie ihn auch J. Fr. Meclel d. Aelt., Ph. F. Meckel, bei Quecksilberinjection der Lymphgefässe beobachteten. Dieser auch von Beclard bestätigte Uebergang ist überaus leicht, und man erhält nach Injection der Vasa inferentia einer Lymphdrüse oft schon eine Anfüllung der aus den Drüsen hervorgehenden Venen viel schneller als eine Anfüllung der Vasa efferentia lymphatica der Drüse. Diess hat indess Fohmann zu einer

Irrung veranlasst. Er sah bei einer Phoca bei Injection der Vasa lymphatica inferentia jener Masse von Lymphdrüsen des Gekröses, welche man hier beim Hunde und Delphin pancreas Asellii nennt, dass nur die Venen nach Injection der Drüsenmasse, nicht aber Vasa lymphatica efferentia derselben sich füllten, und schloss daraus, dass diese Drüsenmasse keine solche besitze. Fohmann, *anat. Untersuchungen über die Verbindung der Saugadern mit den Venen. Heidelb.* 1821. Rosenthal (Fror. *Not.* 2. *p.* 5.) hat diess berichtigt. Er fand beim Seehunde, dass alle Lymphgefässe des Dünndarmes in jene Drüse gehen, dass aber aus der Drüse ein grosses Lymphgefäss hervorgeht, ductus Rosenthalianus, während nach Rudolphi beim Hunde und beim Delphin aus jener Drüsenmasse eine Menge Vasa efferentia lymphatica hervorgehen. Vergl. Rudolphi *Physiologie* 2. *Bd.* 2 *Abth. p.* 241—250. Rosenthal's Abbildungen, *Nov. act. nat. cur. T.* 15. *p.* 2. Rosenthal's Beobachtungen sind von Knox (*Edinb. med. surg. Journ. I. Juli* 1824. Froriep's *Notizen N.* 158.) bestätigt worden.

Indessen bleibt es ein Factum, dass die Venen sich überaus leicht aus den Lymphdrüsen füllen. Auch Schroeder van der Kolk sah diesen leichten Uebergang, ohne dass etwas in den Ductus thoracicus gelangte. Luchtmans *de absorptionis sanae et morbosae discrimine. Traject. ad Rhen.* 1829. Panizza (p. 56.) sah beim Schweine eine Lymphdrüse mit zwei Vasa inferentia, das Quecksilber in eins derselben injicirt, ging ganz in die Vene der Drüse, von dem andern Vas inferens ging dagegen das Quecksilber in das Vas efferens über. Gerber und Alb. Meckel (J. Fr. Meckel's *Archiv* 1828. *p.* 172.) sahen auch den leichten Uebergang in die Venen. Allein A. Meckel bezweifelt die Beweiskraft, wie Rudolphi und E. H. Weber, und führt als Gegengrund an, dass auch das Nebenhodengefäss bei Injection desselben in Hunden regelmässig Venenanfüllung bewirke. Wenn ich die Extravasate in Venennetze bei Injection der Drüsencanäle von ihrem Ausführungsgange aus bedenke, Extravasation, die mir gerade dann erfolgte, wenn die vollkommene Injection der Drüsencanälchen bis in die Acini nicht gelang, wenn ich die Extravasation aus den Ductus lactiferi in die Lymphgefässe bedenke, die auch dann erfolgt, wenn die Injection der Acini nicht gelingt, so zweifle auch ich sehr an dem wirklichen Zusammenhange der Lymphgefässe und feinen Venen in den Drüsen. Die geronnene Lymphe in den Drüsen bietet dem Quecksilber Widerstand dar; es entsteht im Innern Zerreissung, und da die Lymphgefässwände selbst von Capillargefässnetzen durchzogen sind, die mit Venennetzen in Verbindung stehen, so muss die Zerreissung eines Lymphgefässes im Innern der Drüse nothwendig mit Zerreissung der Capillargefässe und der Venennetze verbunden seyn. So dringen, wie E. H. Weber bemerkt, auch sehr leicht Flüssigkeiten aus den Zweigen der Lungenarterie in die Luftröhrenäste, ohne dass doch ein natürlicher Zusammenhang hier bestände. Aus demselben Gesichtspunkte betrachte ich den Uebergang aus einer Ordnung der Gefässe in die andere, aus Blutgefässen in

absondernde Gefässe und umgekehrt in den Drüsen. Vergl. E. H. Weber *Anatomie* 3. 113—121. Wenn ich aber jemals ausser einer Drüse einen unmittelbaren Zusammenhang eines Lymphgefässes mit einer feinen Vene sähe, so würde ich dieses als augenscheinlich zugeben, ohne den unsichtbaren Zusammenhang in einer Drüse anzuerkennen. Da man indess diesen freien Zusammenhang von Lymphgefässen und feinen Venen von Menschen und Säugethieren nicht kennt, so bleibt bei Menschen und Säugethieren bloss die Verbindung des Hauptstammes der Lymphgefässe mit der Vena subclavia sinistra, und kleiner Stämmchen mit der Vena jug. int. dextra und subclavia dextra. Andere Verbindungen mit Venenstämmen scheinen hier nur Ausnahmen zu seyn, wie ein Fall, den Hr. Prof. Wutzer und ich bei einer Leiche sahen, wo vom Ductus thoracicus ein Lymphgefäss unmittelbar in die Vena azygos überging. Siehe Wutzer in Mueller's *Archiv* 1834. Diess verdient Aufmerksamkeit, da Panizza beim Schweine regelmässige Verbindung zwischen der Vena azygos und Zweigen des Ductus thoracicus gefunden hat. Vergl. Otto *path. Anat.* 366.

Da man an den Lymphgefässen nie Bewegungen wahrgenommen hat, so ist es ohne Zweifel von grosser Wichtigkeit, dass es beim Frosche nach meiner Beobachtung pulsirende Säckchen giebt, die mit den Lymphräumen zusammenhängen und die man wohl für eine Art Lymphherzen wird ansehen müssen. Ich habe zwei Paare dieser Organe gefunden, das eine liegt in der Regio ischiadica unter der Haut, das andere über dem dritten Halswirbel, mehr verborgen. Die Organe pulsiren ganz unabhängig vom Herzen, selbst nach Ausschneidung desselben und Zerschneidung des ganzen Frosches, die Pulsationen der oberen sind nicht immer gleichzeitig mit den Pulsationen der unteren, und selbst die der paarigen Organe beider Seiten sind nicht immer gleichzeitig. Sie ziehen sich circa 60mal in der Minute zusammen. Die pulsirenden Organe enthalten farblose Lymphe, und man kann von ihnen aus die Lymphgefässstämme und Lymphräume der Extremitäten aufblasen. Bläst man in das untere Lymphherz, so füllen sich die Lymphgefässstämme und Lymphräume des Schenkels unter der Haut und zwischen den Muskeln, und ein oberflächlicher Lymphgang des Rückens. Einigemal füllte sich ein feinhäutiger Gang, der die Aorta abdominalis begleitete. Beim Aufblasen der oberen Lymphherzen schwellen Lymphräume der Achsel an. Die unteren Lymphherzen ergiessen die Lymphe in einen Zweig der Vena ischiadica. Die oberen Lymphherzen ergiessen die Lymphe in einen Zweig der Vena jugularis, der vorn aus dem Organe hervorgeht, und bei jeder Zusammenziehung des Organes angeschwellt wird. Diese Vene geht vorwärts, nimmt eine Vene des Hinterkopfes auf, die Vena jug. geht dann abwärts, nimmt eine Vene von der Kehle auf und mündet nun in die obere Hohlvene. Diese Organe scheinen allen Amphibien eigen zu seyn. Die unteren habe ich schon ausser dem Frosche und den Kröten, bei den Salamandern und Eidechsen gefunden, wo sie an der Wurzel des Schwanzes seitwärts hinter dem Darm-

bein liegen und schwieriger zu finden sind, dagegen sie beim Frosche sogleich unter der Haut gefunden werden. Die oberen Organe habe ich bis jetzt bloss in froschartigen Thieren aufgesucht. Mueller, Poggend. *Ann.* 1832. *Hft.* 8. *Philosophic. Transact.* 1833. *p.* 1. Panizza hat die unteren pulsirenden Lymphherzen auch bei den Schlangen gefunden. Siehe Mueller's *Archiv* 1834. *p.* 300.

## *III. Capitel.* Von den Actionen der lymphatischen Gefässe.

Während das Blut durch die Capillargefässe oder Uebergänge der Arterien in Venen von 0,00025—0,00050 P. Zoll fliesst, gehen die Blutkörperchen, indem sie einen belebenden Einfluss auf die Organtheilchen, an denen sie vorbeigehen, ausüben, und dabei dunkelroth werden, sichtbar in die Venen über, die aufgelösten ganz flüssigen Theile des Blutes aber, nämlich das aufgelöste Eiweiss und der aufgelöste Faserstoff, können während des Durchströmens der Capillargefässe, wie alles Aufgelöste, durch die zarten Wände der Capillargefässe zum Theil wenigstens durchdringen und die Partikeln der Organtheile zwischen den Capillargefässnetzen tränken, wobei diese aufgelösten Theile des Blutes zur Ernährung und Absonderung verwandt werden müssen. Daher das von den Organen abfliessende Venenblut weniger Faserstoff (siehe p. 110.) enthält, indem derselbe im Arterienblute 0,483 proc., im Venenblute der Ziege 0,395 proc. nach meiner Beobachtung beträgt. Die aufgelösten Theile des Blutes, Eiweiss und Faserstoff, werden also in Menge die kleinsten Theilchen der Organe tränken, zu ihrer Ernährung dienen, und was überflüssig ist, wird in den überall in den Interstitien der Organtheile vorkommenden Lymphgefässnetzen sich sammeln, ohne dass ein unmittelbarer Uebergang aus den Capillargefässen in die Lymphgefässe durch Vasa serosa, die keine Blutkörperchen durchlassen, nöthig oder erwiesen wäre. Die zur Ernährung überflüssigen, rein aufgelösten Theile des Blutes werden daher durch die Lymphgefässe wieder in die Blutmasse gebracht. Natürlich muss nun die Lymphe, in Hinsicht ihrer Zusammensetzung, ganz mit dem flüssigen Theile des Blutes übereinstimmen, und das Blut selbst aus Lymphe (aufgelöster Faserstoff und Eiweiss) und rothen Körperchen bestehen. Dass die, von den Organen durch die Lymphgefässe abgeführte Lymphe grossentheils ihren Ursprung aus den die Gewebe tränkenden flüssigen Theilen des Blutes hat, und nicht ganz neu gebildet wird, wird aus der von mir gemachten, leicht zu wiederholenden Beobachtung bewiesen, dass, wenn das Blut der Frösche nicht gerinnt, jedesmal auch ihre Lymphe nicht gerinnt, und wenn ihr Blut gerinnt, jedesmal auch ihre Lymphe gerinnt. So gerinnt das Blut des Frosches oft im Sommer nicht, wenn die Frösche 8 oder mehr Tage ausser Wasser aufbewahrt werden, dagegen es frisch, ohne Ausnahme ausser den Adern ganz gerinnt. Ganz so verhält es sich jedesmal mit der Lymphe der Lymph-

17 *

räume des Frosches. Der eigenthümliche Zustand oder der Mangel des Faserstoffes im Froschblute zu gewissen Zeiten bestimmt also durchaus denselben Zustand des Faserstoffes oder den Mangel desselben in der Lymphe.

1) *Resorption der lymphatischen Gefässe.*

Dass die Lymphgefässe oder Saugadern wirklich auch aufsaugen, könnte man zuerst für zweifelhaft halten, wenn die Lymphe nicht nach meinen Beobachtungen auch eigenthümliche Partikelchen führte, wenn die Resorption durch die Lymphgefässe des Darmcanales nicht eine ausgemachte Thatsache wäre, und die weisse oder mehr opalartige Farbe des Chylus sich nicht nach den Nahrungsmitteln änderte. Indessen kennt man auch einige Thatsachen von Aufsaugung von Stoffen durch andere Lymphgefässe als die des Darmcanales. Nicht allein dass die Lymphgefässe nach Einreibungen reizender Stoffe oft schmerzhaft werden, worauf röthliche Streifen im Verlaufe der Lymphgefässe zuweilen sich zeigen und die benachbarten Lymphdrüsen anschwellen. Auch in der Nähe eigenthümlicher thierischer Stoffe hat man die Lymphgefässe damit angefüllt gesehen. Ich will keinen Werth auf Mascagni's in dieser Rücksicht etwas abenteuerliche Behauptungen legen, dass man bei Thieren, die in Folge von Pulmonal- oder Abdominal-Haemorhagien gestorben, die Lymphgefässe der Pleura und des Peritoneums mit Blut gefüllt gesehen. Assalini, Saunders, Mascagni und Soemmerring beobachteten Galle in den von der Leber kommenden Lymphgefässen bei Verstopfung der Gallengänge. Weber *Anat.* 3. *p.* 123. Tiedemann und Gmelin fanden nach Unterbindung des Ductus choledochus bei Hunden die Lymphgefässe der Leber mit hochgelber Flüssigkeit gefüllt, die Lymphdrüsen, zu welchen sich jene begeben, gelb, und Bestandtheile der Galle selbst in der gelb gefärbten Flüssigkeit des Ductus thoracicus. *Die Verdauung nach Versuchen.* 2. 40. In der Nähe von Knochengeschwülsten fand man in den Lymphgefässen Kalkerde. Otto *pathol. Anat.* 1. 372.

Magendie, welcher die Resorption der lymphatischen Gefässe bezweifelt, erzählt einen von Dupuytren beobachteten Fall. Eine Frau, welche eine ungeheure fluctuirende Geschwulst an der innern Seite des Schenkels hatte, starb. Einige Tage vor ihrem Tode hatte sich eine Entzündung des Unterhautzellengewebes an dem Schenkel eingestellt. Bei der Section der Haut, welche die Geschwulst bekleidete, sah Dupuytren sich weisse Punkte auf den Lippen des Einschnittes bilden, und es zeigten sich weisse Linien in dem Unterhautzellengewebe, die man für mit Eiter gefüllte Lymphgefässe erkannte. Die Schenkeldrüsen waren mit derselben Materie angefüllt, wovon die Lendenlymphdrüsen und der Ductus thoracicus keine Spur zeigten. Magendie citirt auch einen andern Fall aus dem Hôtel Dieu, wo sich in Folge einer complicirten Fractur ein grosser Abscess gebildet hatte, und Eiter sich in den Venen und Lymphgefässen zeigte, die von dem kranken Theile her kamen. *Précis de physiol.* 2. 218. Dagegen sah Andral bei häufigen Untersuchungen der Lymphgefässe in der

Umgegend der Eiterheerde keine mit Eiter gefüllt. Meck. *Arch.* 8. 227. Da der Eiter Kügelchen enthält (grösser als die Blutkörperchen, zum Theil noch einmal so gross nach Weber), so tritt hier dieselbe Frage ein, wie in Hinsicht der Resorption der Kügelchen des Chylus, welche ihrem Durchmesser entsprechende Oeffnungen in den Lymphgefässnetzen voraussetzen. Indessen die Lymphgefässe, die im Parenchym der Theile wurzeln, können nicht einmal solche Oeffnungen haben, da sich ihnen keine freie Oberflächen darbieten. Die aufgelösten Theile des Eiters können leicht von den Lymphgefässnetzen aufgesogen werden, aber die Erscheinung des körnigen Eiters in den Lymphgefässen scheint mir nichts mit der Aufsaugung zu thun zu haben; durch Entzündung der Lymphgefässe kann sich Eiter in ihnen bilden, auch nach Zerstörungen kann der Eiter ganz mechanisch diese Gefässe infiltriren. Wenn sich Eiter im Blute vorfindet, z. B. in den Venen, so ist er in der Regel in den Venen durch Venenentzündung gebildet, und dann nicht aufgesogen, oder bei der Zerstörung von Capillargefässen eines Theiles durch Eiterung ist der Eiter mechanisch in die zerstörten kleinen Venen eingedrungen. So z. B. kann Eiter aus verschlossenen Abscessen an einem Amputationsstumpf in Blutgefässe gelangen, ohne aufgesogen zu werden, oder bei der Entzündung der bei der Amputation durchschnittenen Gefässstämme kann sich im Innern der Gefässe Eiter bilden. Wirklicher Eiter in den Venen verursacht dann als zersetzte Materie wieder Ablagerung und Entzündung, und dadurch die Entstehung neuer Abscesse in anderen Theilen, wie man diess nach grossen Eiterungen und bei eiternden Amputationswunden nicht selten sieht, auf welche z. B. oft zerstreute Abscesse der Leber und Lungen, der Muskeln oder irgend eines andern Theiles folgen. Dieser Eiter ist nicht aufgesogen, das wäre schwer sich zu denken. Siehe die trefflichen Bemerkungen von Cruveilhier in *anat. pathol.* bei dem Artikel *Venenentzündung*. Die Folgen von Eiter im Blute sind secundäre Entzündungen und wieder Abscesse, aber keine eiterigen Absonderungen, z. B. in den Nieren. Dass körniger Eiter, in der Blutmasse enthalten, in den Nieren abgesondert werde, halte ich für unmöglich. Nur die näheren Bestandtheile des Eiters können hierbei abgesondert werden; Eiterkügelchen im Blute können nicht aus dem Blute abgesondert werden, da die Capillargefässe keine Art von Kügelchen durchlassen können. Wird wirklich in Folge einer Eiterung eines Theiles plötzlich auch Eiter von den Nieren abgesondert, so musste Eiter in das Blut eingedrungen seyn, und Entzündung und Abscesse in den Nieren bewirkt haben. Was man mehrentheils für metastatischen Eiterharn hält, ist ein nicht untersuchtes Sediment im Harne.

Magendie hat zuerst die resorbirende Kraft der Lymphgefässe geläugnet, derselbe sonst sehr verdienstvolle Schriftsteller, welcher den Nervus sympathicus für keinen Nerven halten möchte, und im 19. Jahrhundert die Lymphgefässe der Amphibien und Fische geläugnet hat. Hunter hatte behauptet, dass gefärbtes

Wasser in die Darmhöhle eines Thieres eingespritzt, sich in kurzer Zeit in den Lymphgefässen wieder zeige. Diess hat FLANDRIN bei Pferden nicht gefunden. MAGENDIE und DUPUYTREN haben, wie der Erstere versichert, diese Versuche mehr als 150mal wiederholt, und niemals die aufgesogenen Substanzen in den Lymphgefässen gefunden. Dagegen haben MAYER und SCHROEDER v. D. KOLK die zwar langsame, aber doch offenbare Resorption von fremdartigen Stoffen im Darmcanal beobachtet. Die Akademie von Philadelphia sah blaus. Kali (aber nicht vegetabilische Färbestoffe), LAWRENCE und COATES blaus. Kali aufgesogen; HALLÉ und Andere fanden nach Eingeben von Färbestoffen in den Ductus thoracicus diese nicht wieder, während sie ins Blut und den Kreislauf übergegangen waren. Vergl. TIEDEMANN und GMELIN *Versuche über die Wege, auf welchen Stoffe vom Magen und Darmcanal ins Blut gelangen. Heidelberg* 1820.

Die meisten Beobachtungen lehren, dass man zwar Resorption fremder aufgelöster Stoffe, aber nur der Salze durch die Lymphgefässe bemerkt hat. Ich habe pag. 228. TIEDEMANN's und GMELIN's zahlreiche Erfahrungen angeführt, aus welchen hervorgeht, dass Färbestoffe im Darm nicht von den Lymphgefässen aufgenommen werden, obgleich diese Stoffe im Urin und im Blut erkannt wurden. Nur Salze fanden sie einigemal in den Chylus übergegangen, so unter zahlreichen Versuchen nur einmal etwas Eisen bei einem Pferde, das schwefelsaures Eisen bekommen, und einmal blausaures Kali im Chylus eines Hundes und schwefelblausaures Kali im Chylus eines Hundes. Hierzu kann ich eine eigene Beobachtung vom Frosch hinzufügen. Ich steckte einen Frosch mit den Beinen bis nahe an den After in ein Gefäss mit blausaurer Kalilösung, und liess ihn darin 2 Stunden eingezwängt. Darauf wusch ich ihn sorgfältig, trocknete die Beine ab, und untersuchte die Lymphe unter der Haut durch Eisenoxydsalz, ob blausaures Kali durch die Lymphgefässe absorbirt worden, die Lymphe wurde sogleich ganz hellblau, das Serum des Blutes reagirte kaum deutlich auf blausaures Kali. In einem zweiten Versuch, wo ich den Frosch 1 Stunde in der Lösung liess, reagirte die Lymphe nicht.

Fasst man alle Thatsachen zusammen, so geht daraus hervor, dass die Lymphgefässe zwar resorbiren, dass sie in der Regel nur Flüssigkeiten eigenthümlicher Art hierbei aufsaugen, gegen welche sie wahrscheinlich eine Affinität haben, dass fremdartige Stoffe schwer und nur ausnahmsweise in die Lymphgefässe eindringen, wie Salzlösungen, während die meisten Färbestoffe in der Regel gar nicht einmal in die Lymphgefässe eindringen. Das gewöhnliche Resorptionsprodukt der Lymphgefässe ist der bei der Circulation aus den Capillargefässen in die Partikeln der Organe eindringende Liquor sanguinis. Indessen gehen doch auch kleine Molecule aus dem Parenchyma der Theile in die Lymphgefässe über, wie die eigenthümlichen Kügelchen der Lymphe, so wie die Lymphgefässe des Darms nicht allein Aufgelöstes aus den Nahrungsstoffen, sondern selbst die Chyluskügelchen aufzusaugen scheinen. Man sieht, dass die organische Resorption der Lymph-

gefässe weit von der Imbibition der Capillargefässe mit allen aufgelösten fremdartigen Stoffen verschieden ist; sie unterscheidet sich auch von der Resorption der Wurzelfasern der Pflanzen, welche alles Aufgelöste einsaugen. TIEDEMANN *Physiol.* 1. 223.

Aus der Vergleichung des Chylus der Lymphgefässe und des Speisebreies des Darmcanals ergiebt sich sogleich schon, dass die Lymphgefässe nicht allein resorbiren, sondern auch das Resorbirte umwandeln; denn nur wenn der Nahrungsstoff in den Lymphgefässen enthalten ist, erhält er die Eigenschaft von selbst, zum Theil zu gerinnen, und je weiter er in den Lymphgefässen fortschreitet, nimmt diese Eigenschaft zu. Vielleicht verwandeln auch die Lymphgefässe des übrigen Körpers Eiweiss in gerinnbare Materie. Man sieht jedenfalls ein, dass hierin die organische Resorption der Lymphgefässe durchaus von der Imbibition und dem unmittelbaren Uebergange der aufgelösten Stoffe in das Blut verschieden ist. Es ist wahrscheinlich, wie E. H. WEBER zu zeigen gesucht hat, dass die Lymphgefässe auch bei der Resorption fremdartiger Stoffe eine Umwandelung derselben bestreben. So hat EMMERT beobachtet, dass man nach Unterbindung der Aorta abdominalis durch das Gift der Angustura virosa, welches in eine Wunde des Fusses gebracht wurde, Thiere nicht vergiften konnte, und dass nach dieser Unterbindung auch Blausäure, auf dieselbe Weise applicirt, keinen Erfolg hatte. Da nun diese Gifte durch Imbibition auch in die Lymphgefässe gelangen können, und durch sie, obgleich langsamer als durch die Blutgefässe verbreitet werden, so muss man zur Erklärung dieser Beobachtungen annehmen, dass die Lymphgefässe auch bei der Resorption fremdartiger Stoffe dieselben umwandeln.

Ich gestehe, dass mir der Act der Resorption in anderen Theilen sowohl, als im Darm völlig räthselhaft ist. Die Capillarität, mit welcher man zur Erklärung thierischer Vorgänge so freigebig ist, erklärt nur die Anfüllung von Capillarröhren, wenn diese leer sind, oder wenn sie abwechselnd leer werden; sie erklärt aber nicht das Aufsteigen der Säfte. Als ich die Lymphgefässe des Gekröses durch Ausdehnung der Darmwände mit injicirter Milch gefüllt sah, glaubte ich augenblicklich, mir die Resorption im Darmcanal erklären zu können. Von dieser Idee kam ich aber sogleich zurück, als ich bedachte, wie gering die Zusammenziehungen der Gedärme sind, welche man bei unmittelbarer Oeffnung des Bauches findet, und dass die dünnen Gedärme meistens collabirt erscheinen. Noch mehr kam ich von dieser Ansicht zurück, als ich einsah, dass meistens, und vielleicht immer, diesen Injectionen eine Zerreissung des innersten Darmhäutchens vorausgeht. Bei der Resorption muss irgend eine Anziehung stattfinden. Sind einmal die Lymphgefässe bis über die Muskelhaut gefüllt, so muss auch die schwächste Contraction des Darms den Chylus weiter treiben, indem die zwischen den Fasern der Muskelhaut verlaufenden Lymphgefässe comprimirt werden. Jede Compression der Lymphgefässe bewirkt aber eine Bewegung des Chylus nach der Cisterna chyli, wegen des Baues der Klappen in den Lymphgefässen. Die einmal entleerten Lymphgefässnetze müssen sich,

wenn die Zusammenziehung eines Darmstücks nachlässt, wegen Entstehung leerer Räume füllen. Alles diess kann aber nicht einmal in anderen nicht contrahirbaren Theilen stattfinden; und bei den Fischen fehlen die Klappen der Lymphgefässe. Es ist daher wahrscheinlich, dass hierbei noch eine andere Art von Anziehung stattfindet; und es bleibt nicht zweifelhaft, dass diese keine physikalische, z. B. Capillarität, sondern eine noch unbekannte organische Anziehung ist. An den Zotten selbst habe ich durchaus keine Bewegungen gesehen, als ich bei einem lebenden Kaninchen den Darm aufschnitt und die innere Fläche desselben in warmem Wasser beobachtete. Auch habe ich nie, weder an den Lymphgefässen des Gekröses, noch an der Cisterna chyli, noch am Ductus thoracicus, irgend eine Spur von Bewegung gesehen; auch als ich auf den Ductus thoracicus einer möglichst schnell lebendig geöffneten Ziege eine starke galvanische Säule wirken liess, sah ich keine Zusammenziehung, erst nach einiger Zeit schien der Gang an dieser Stelle etwas enger, und zeigte mehrere ganz unbedeutende Einschnürungen.

Da die Resorption der lymphatischen Gefässe bei den Thieren in so grosses Dunkel gehüllt ist, so scheint es mir zweckmässig, die Gesetze dieses Processes bei den Pflanzen zu untersuchen. In keinem Punkte gleichen sich vielleicht die Pflanzen und Thiere so sehr, als in dem Aufsteigen der Säfte von den Resorptionsflächen in den lymphatischen Gefässen bei den Thieren, und dem Aufsteigen der Säfte in den Gefässen der Pflanzen.

Dutrochet hat bewiesen, dass die Organe, welche das Frühlingsaufsteigen der Säfte in den Pflanzen bewirken, die Endtheile der Wurzeln sind, und dass die ganze Kraft, mit welcher der Saft emporgetrieben wird, a tergo von der Wurzel aus wirkt. Dutrochet schnitt an einer Weinrebe von 2 Meter Länge das Ende ab, und überzeugte sich, dass die verkürzten Stengel den Saft fort und fort ununterbrochen ergossen. Die Ursache des Aufsteigens ist also keine Attraction von dem obern Theil der Pflanze auf die Säfte im untern Theil des Stengels. Darauf schnitt er die Rebe über der Erde ab, während er das obere Ende des abzuschneidenden Stücks beobachtete. Im Moment des Durchschnittes hörte das Ausfliessen aus dem obern Ende der abgeschnittenen Rebe auf. Die Ursache des Aufsteigens liegt also auch nicht im Stengel. In der That ergoss das Stück des Stengels, das noch mit den Wurzeln in Verbindung stand, ununterbrochen noch immer Saft; Dutrochet entfernte darauf die Erde um die Wurzeln, und durschnitt diese. Die untern Stücke der Wurzeln ergossen noch immer Saft, und so schritt er mit dem Abschneiden nach abwärts fort, wobei er immer fand, dass die unteren Theile noch immer Saft ergossen, bis er an die Wurzelenden selbst gelangte, die daher, indem sie der Sitz der beständigen Resorption sind, zugleich durch die beständige Aufnahme der Säfte das Aufsteigen der schon resorbirten Säfte bedingen. Dutrochet setzte eine der Radicellen, die mit einem weisslichen Conus enden, mit dem Ende in Wasser, und beobachtete mit der Loupe, dass der Durchschnitt sich mit Wasser bedeckte, das

durch das Centralsystem austrat. DUTROCHET *l'agent immédiat du mouvement vital. Paris* 1826. 90. Die Aufsaugung der Stoffe vermöge der Wurzeln durch die blossen Wurzelspitzen haben schon DE LA BAISSE und HALES gezeigt. HALES tauchte die Spitze einer Baumwurzel in Wasser, womit eine Glasröhre gefüllt war, und fand, dass die Wurzel in 6 Minuten eine merkliche Menge von dem Wasser eingesogen hatte. AGARDH *allgemeine Biologie der Pflanzen. Greifswald* 1832. *p.* 9.

Diese Wurzelenden sind die Organe, welche DECANDOLLE Spongiola nennt. AGARDH bemerkt, dass die Wurzelspitze dem übrigen Theile der Wurzel sonst nicht ungleich organisirt ist, als dass die Zellen klein und dadurch gehäuft sind, obgleich dieselben Zellen, welche in diesem Augenblick klein und gehäuft sind, und dadurch einsaugen, nach einiger Zeit ausgewachsen sind, und nicht einsaugen, indem sie diese Function neu entstandenen Zellen überlassen, welche später und unterhalb ihrer gebildet werden. Die Spongiola oder Papilla saugt übrigens nur Wasser und in diesem aufgelöste Stoffe ein.

AGARDH erklärt das Aufsteigen der Säfte aus einer polarischen Thätigkeit der Wurzeln und der Blätter, indem die ersteren Säfte anziehen, die letzteren Stoffe aushauchen, und hält diesen Act für etwas weiter Unerklärliches, gleichwie die polarische Action des Magnetes. Diese Erklärung lässt sich jedenfalls nicht auf die Thiere anwenden, wenn ich mich jener Sprache bedienen soll, da hier nur das eine Moment in den Anfängen der Lymphgefässe existirt, anderseits die Lymphe aber in das Blut übergeht. Dagegen ist es von grossem Interesse für uns, zu wissen, dass, wie DE LA BAISSE, HALES und DUTROCHET zeigten, das Aufsteigen der Säfte in den Pflanzen allein schon durch die Thätigkeit der Wurzel und der Spongiola, nämlich durch ihre beständige Resorption geschehen kann.

Obgleich die Darmzotten keine zur Aufsaugung durch Lymphgefässe nöthigen Organe sind, vielmehr die lymphatische Resorption durch die netzartigen Lymphgefässanfange in den meisten Theilen ohne Zotten, ja bei vielen Thieren selbst im Darm ohne Zotten geschieht, so kann man doch die Zotte mit der Spongiola der Wurzeln vergleichen; nur muss man bedenken, dass auch in den Zotten die Anfänge der Lymphgefässe nicht anders gebildet sind, als in den zottenlosen Theilen.

DUTROCHET erklärte die Resorption bei Pflanzen und Thieren durch die Endosmose. Es ist jedoch nicht schwer einzusehen, dass die Erscheinungen der Endosmose durch todte thierische Membranen durchaus nicht hinreichen, die Aufsaugung in beiden Reichen zu erklären. Denkt man sich die Lymphgefässe des Darms und Gekröses, z. B. mit Säften gefüllt, und die Darmzotten oder Lymphgefässnetze mit Chymus in Berührung, so würden die aufgelösten Theile des Chymus nach den Gesetzen der Endosmose in die Lymphgefässe eindringen, und die aufgelösten Theile des Saftes in den Lymphgefässen dagegen heraus dringen, und sich mit dem Chymus mischen; ist der Chymus flüssiger als der Chylus, und enthält er dünnere Lösungen, so wird mehr Chymus in die

Lymphgefässe eindringen, als Chylus herausdringen. Enthält dagegen der Chymus dichtere Lösungen, so wird mehr Chylus aus den Lymphgefässen heraus dringen, als Chymus herein dringt. Von einem solchen Spiel können die wunderbaren Wirkungen der Aufsaugung nicht abgeleitet werden. Nur wenn der in den Lymphgefässnetzen einmal enthaltene Chylus eine durch den Lebensprocess selbst entstandene chemische Verwandtschaft zu dem Chymus des Darmcanals äusserte, und diesen anziehen könnte, ohne dass er selbst von dem Chymus angezogen würde, könnte man die Resorption auf eine den Gesetzen der Endosmose analoge Art erklären. Aber diese Verwandtschaft, diese Anziehung würde eine lebendige seyn, indem im todten Zustand eine solche Anziehung nicht existirt.

Wollte man die Aufsaugung durch Anziehung der Flüssigkeit von der äussern Fläche der Lymphgefässe und durch Abstossung von der innern nach den Lymphgefässen erklären, so giebt es weder Thatsachen, diess zu beweisen, noch es zu widerlegen.

Mechanische Apparate zur Aufsaugung des Chylus sind wahrscheinlich in den Anfängen der Lymphgefässe nicht vorhanden, da die Aufsaugung in den Pflanzen ohne dieselben geschieht. Hier wirkt eine noch ungekannte Anziehung, wovon bei der Absonderung gleichsam das Gegentheil statt findet, indem die verwandelten Flüssigkeiten nur nach der freien Seite der absondernden Flächen abgestossen werden, und durch immer neue Absonderung in den Ausführungsgängen weiter rücken. In vielen Theilen kommen auf derselben Fläche Aufsaugung durch die Lymphgefässe, und zugleich Absonderungen durch absondernde Organe vor, wie auf den Schleimhäuten.

Da die Resorptionskraft der Lymphgefässe eine organische Eigenthümlichkeit derselben ist, so muss dieselbe auch unter gewissen Einflüssen, welche in die Organisation eingreifen, erhöht und vermindert werden. So scheint sie in der Entzündung vermindert, wie Autenrieth bemerkt, weil sich in diesem Fall oft eine dauernde ödematöse Geschwulst im Umfange des entzündeten Theils bildet. *Physiologie* 2. 224. Wie die Mittel, welche in dem Rufe stehen, die Resorption anzuregen, diess thun, ist noch zweifelhaft; es lässt sich deren Wirkung nur in einigen Fällen einsehen. Es giebt Stoffe, welche im Stande sind, die zwischen den Elementartheilen der Gewebe angehäuften überflüssigen Materien zu erweichen und aufzulösen, resolventia. Wie diess möglich ist, scheinen die organischen Flüssigkeiten schon zu zeigen, in welchen häufig der eine Stoff das Menstruum des andern ist, so dass z. B. Thierstoffe durch organische Bindung mit mineralischen Stoffen, z. B. mit Alcali, wie im Blutwasser, oder auch mit anderen organischen Stoffen in einem Zustande vollkommener Auflösung sind. So ist das Picromel das Auflösungsmittel des zweiten Gallenbestandtheils, des Gallenstoffes. Die Anwendung der Resolventien in der Arzneikunde ist aber sehr beschränkt, weil viele Stoffe, die ausser dem Körper thierische Stoffe aufzulösen im Stande sind, auf lebende thierische Theile zerstörend wirken. Dass die Lymphgefässe nach dem Tode noch aufsaugen sollen,

halte ich für ganz unerwiesen. Vergl. E. H. Weber *Anatomie* 3. 101.

2. *Veränderung der lymphatischen Flüssigkeiten durch die Lymphgefässe.*

Die von Capillargefässnetzen durchzogenen Wände der Lymphgefässe scheinen die Mischung des Chylus und der Lymphe zu verändern. Auf dieselbe Art wirken die Lymphdrüsen, welche nur als Apparate dienen, die Oberfläche der Einwirkung zu vergrössern, da sie bei den niederen Wirbelthieren durch blosse Plexus ersetzt werden, und in der That weiter ausgebildete Plexus sind. Der Chylus der Lymphgefässe des Gekröses ist nach Tiedemann und Gmelin nicht gerinnbar, bis er die Lymphdrüsen durchgegangen ist. Die Lymphgefässe und Lymphdrüsen scheinen also durch die Einwirkung ihrer Wände das Eiweiss des Chylus zum Theil in Faserstoff umzuwandeln. In manchen Krankheiten ist diese Wirkung der Lymphgefässe auf die Mischung ihres Inhaltes verändert, oder sie leiden von der Einwirkung fehlerhaft gebildeter Säfte, wie in der Scrophelsucht.

Die Lymphgefässe haben eine eigenthümliche Empfindlichkeit gegen fremdartige Materien, sie werden durch die Resorption derselben schmerzhaft, zuweilen entzündet und angeschwollen, und lassen sich dann als rothe Streifen durch die Haut erkennen. Unter denselben Umständen schwellen die dem Resorptionspunkte nahe gelegenen Lymphdrüsen an, und werden auch schmerzhaft. In der Regel verschwindet die Anschwellung, wenn keine neue Materie mehr aufgesogen wird, zuweilen gehen die Drüsen in Entzündung und Eiterung über. So schwellen die Lymphdrüsen der Nähe nach Inoculation eines thierischen Giftes unter die Epidermis an, so nach der Application eines Blasenpflasters, nach dem Schlangenbiss, nach einem Schnitt oder Stich bei der Section eines fauligen Cadavers, nach der Inunction von Brechweinsteinsalbe, von Quecksilber, in der Nähe eines Blutschwäres, eines entzündeten Theiles, in dem sich Eiter bildet; so schwellen die Inguinaldrüsen an beim venerischen Harnröhren-Schleimflusse, und auch ohne diesen nach venerischer Infection der Genitalien. In dem Verhältniss, wie die oberflächlichen Drüsen zur Haut, scheinen die Mesenterialdrüsen zum Darm zu stehen, welche selbst bei der Entzündung und Verschwärung des Darms (im Typhus abdominalis) sich auch entzünden.

3. *Bewegung der Lymphe.*

Magendie erhielt bei einem gefütterten Hunde von mittlerer Grösse aus dem angeschnittenen Ductus thoracicus alle 5 Minuten ungefähr ½ Unze Chylus. Die Ursachen seiner Bewegung sind unbekannt. Man weiss nicht, ob die Lymphgefässe und der Ductus thoracicus Lymphe und Chylus durch unmerkliche fortschreitende Zusammenziehungen forttreiben. Tiedemann und Gmelin sahen durch mechanische und chemische Reizmittel keine Zusammenziehungen an dem Ductus thoracicus entstehen, was früher Schreger (*de irritab. vas. lymph. Lips.* 1789.) gesehen haben wollte (ich sah diese Zusammenziehung nicht, als ich bei einer Ziege die galvanische Säule auf den Ductus thoracicus einwirken liess,

und sah erst nach einiger Zeit einige ganz unbedeutende Einschnürungen). Doch beobachteten sie, dass der angestochene Brustgang seinen Inhalt in einem Strahle ausleert. Daher sie annehmen, dass die Lymphgefässe, ohne rhythmische Contraction zu besitzen, doch ihren Inhalt weiter fördern. Die Klappen müssten eine solche Bewegung, wenn sie wirklich existirt, erleichtern. Durch die Richtung derselben muss Lymphe und Chylus bei einigem äusseren Druck auf die Lymphgefässe durch die Muskeln ohnehin von selbst weiter rücken. Die Saugkraft des Herzens bei der Ausdehnung der Höhlen des Herzens, welche das Venenblut anziehen muss, muss auch auf den mit dem Venenblute der Ven. subclavia sinistra durch den Ductus thoracicus zusammenhängenden Chylus anziehend wirken, und kann allein schon bewirken, dass der Chylus der Bewegung des Venenblutes nach dem Herzen folgen muss, dagegen wegen einer Klappe kein Venenblut durch den noch von der Contraction des Herzens herrührenden Impuls in den Ductus thoracicus fliessen kann. Denn die Zusammenziehung des Herzens, welche das Blut durch die Capillargefässe und von diesen wieder zum Herzen führt, würde das Venenblut der Vena subclavia sonst eben so gut nach dem Ductus thoracicus als nach dem Herzen treiben können. Die anziehende Kraft dagegen, welche durch die Ausdehnung des Herzens und den dadurch sich bildenden leeren Raum auf das Venenblut wirkt, wirkt gleich anziehend auf den Chylus wie auf das Venenblut. Indessen ist doch die Saugkraft des Herzens nicht die erste Ursache der Bewegung des Chylus, denn nach Autenrieth (*Physiol.* 2. 115.), Tiedemann und Carus (Meck. *Arch.* 4. 420.) wird der Ductus thoracicus auch unterhalb einer Ligatur von der vordringenden Lymphe bis zum Zerplatzen ausgedehnt.

Die Bewegung der Lymphe und des Chylus in den lymphatischen Gefässen hängt daher höchst wahrscheinlich grösstentheils von der fortdauernden Resorption in den Lymphgefässnetzen ab, gerade so wie das Aufsteigen der Frühlingssäfte in den Pflanzen nur von der beständigen Resorption in den Wurzeln abhängt.

Die von mir entdeckten Lymphherzen in der Classe der Amphibien müssen die Bewegung der Lymphe in hohem Grade fördern, sie bewirken den unmittelbaren Erguss der Lymphe des untern Theile des Körpers in die Vena ischiadica, des obern in einen Ast der Vena jugularis. Bei den Säugethieren und beim Menschen gelangen Chylus und Lymphe allein in die Schlüsselbeinvenen und namentlich der Chylus und grösste Theil der Lymphe durch den Ductus thoracicus in die Vena subclavia sinistra zum Venenblut, und sind in dem Blut der Vena cava sup. oft noch spurweise zu erkennen. Im Blut selbst werden sie während der Circulation auf die pag. 142. dargestellte Art zu vollkommenem Blut umgebildet. An dem Ductus thoracicus und an der Cisterna chyli, an den Lymphgefässen der Säugethiere überhaupt, und ausser den Lymphherzen an den Lymphgefässen der Amphibien habe ich nie eine Spur von Bewegung bemerken können.

Die Schnelligkeit der Lymphbewegung ist uns gänzlich un-

bekannt. Sie scheint viel geringer zu seyn, als die des Blutes, und ist von Cruikshank und Autenrieth überschätzt worden. Man kann sich eine ungefähre Vorstellung davon machen aus der ziemlich kurzen Zeit, in welcher die mit Chylus gefüllten Lymphgefässe des Mesenteriums bei eröffneten Thieren unscheinbar werden und aus der Menge der aus dem Ductus thoracicus ausfliessenden Flüssigkeit. In Magendie's Versuch bei einem Hunde mittlerer Grösse floss in 5 Min. $\frac{1}{2}$ Unze Chylus aus dem angeschnittenen Ductus thorac., in dem Versuch von Collard de Martigny 9 Gran Lymphe in 10 Min. aus dem Ductus thorac. eines seit 24 Stunden hungernden Kaninchens. Nachdem Collard die Lymphe in dem Lymphgefässstämmchen des Halses eines Hundes durch Compression fortgeschafft hatte, füllte es sich von neuem in 7 Min. und in einem zweiten Versuch in 8 Min. *Juorn. d. physiol. T.* 8. Bei der oben angeführten Beobachtung von der Lymphe des Menschen füllten sich die Lymphgefässe des Fussrückens und der grossen Zehe innerhalb einer $\frac{1}{4}$—$\frac{1}{2}$ Stunde so, dass man in einem Uhrglase ziemlich viel sammeln konnte. Bei den Fröschen ist die Menge der Lymphe ausserordentlich gross, bei ihren ansehnlichen Lymphräumen. Nimmt man die Capacität eines jeden ihrer 4 Lymphherzen zu 1 Cub. Linie an (die vorderen sind kleiner, die hinteren grösser), so treiben die 4 Lymphherzen in einer Minute 60 mal 4 = 240 Cubiklinien Lymphe in die Venen, wenn die Lymphherzen sich ganz entleeren. Allein sie entleeren nur einen Theil ihres Inhalts bei jeder Zusammenziehung.

---

# Der

# Speciellen Physiologie

## Zweites Buch.

---

## Von den organisch-chemischen Veränderungen in den Säften und den organisirten Theilen.

# Der speciellen Physiologie
# Zweites Buch.

## Von den organisch-chemischen Veränderungen in den organischen Säften und den organisirten Theilen.

---

Wenn die Elemente, welche ausser dem Organismus sich durch ihre eigene Affinität binär verbinden, im Organismus durch eine der binären Verbindung widerstrebende Kraft zu ternären oder quaternären Verbindungen vereinigt werden, so ist es gewiss, dass diese Affinität von einer eigenthümlichen, in der unorganischen Natur nicht erkennbaren Kraft oder der Mitwirkung einer unbekannten imponderabeln Materie bedingt wird, von demselben Princip wahrscheinlich, welches die zweckmässige Erzeugung und Erhaltung aller Organe des Ganzen einleitet. Es wäre eine ganz unerwiesene Hypothese, wenn man der Electricität die Aufgabe ertheilen wollte, alle organischen Verbindungen zu erzeugen. Ehe die Eigenschaften jener Kraft bekannt sind, kann man sie als eine zwar gewisse, aber nicht näher zu bezeichnende Grösse, als Lebensprincip oder *organisirende Kraft* anerkennen. Das Gesetz, nach welchem die von diesem Princip belebten Theile auf andere Stoffe wirken, ist das der Assimilation. Wir haben nun das Eigenthümliche derselben auseinander zu setzen.

Man kann die im Organismus erfolgenden Umwandlungen der Stoffe in rein chemische und organisch-chemische eintheilen.

Rein chemische Umwandlungen erfolgen nach den Gesetzen der Wahlverwandtschaft der Stoffe, wie sie sich bei den binären Verbindungen äussern, in dem Maass, als die organisirende Kraft an Einfluss auf die Gebilde verliert, oder unfähig wird, der Gewalt der chemischen Affinität zu binären Verbindungen das Gleichgewicht zu halten.

Concentrirte Säuren und Alcalien binden sich mit den Stoffen der lebenden Thierkörper, und erzeugen neue Körper mit Zersetzung der thierischen Materie. Im verdünnten Zustand dienen

die Salzsäure und Essigsäure im Magensafte selbst zur Auflösung der Speisen. Nach BERTHOLLET wirken die cauterisirenden Metalloxyde und metallischen Salze dadurch, dass sie Oxygen an die thierische Materie abtreten. Beim Gebrauch des salzsauren Spiessglanzoxyds wird der unorganische Körper reducirt, der organische verbrannt. Salzsaures Quecksilberoxyd (Chlormercur im Max. des Chlors) wird durch mehrere organische Körper in salzsaures Quecksilberoxydul (Chlormercur im Min. des Chlors) verändert. Solche rein chemische Verhältnisse finden häufig selbst in der Therapie ihre Anwendung. Die Eigenschaft des Eiweisses, den aufgelösten Sublimat niederzuschlagen und sich mit ihm zu einem unlöslichen Stoff zu verbinden, veranlasste ORFILA zu der glücklichen Idee, das Albumen als Gegengift zu versuchen. HUENEFELD *physiol. Chemie.* 1. 65. 89. Ein Gegengift muss, wie HUENEFELD bemerkt, eine starke chemische Affinität zu dem Gift, aber geringe chemische Affinität zum thierischen Körper haben, damit es fähig sey, das Gift bis in das Innere des Körpers auf unschädliche Art zu verfolgen. Der Schwefel neutralisirt den Arsenik und macht ihn, indem er eine unlösliche Verbindung verursacht, weniger schädlich. Aus diesem Grunde sind auch beim Gebrauche von Quecksilbermitteln gegen Syphilis solche Präparate, welche Schwefel enthalten, unwirksam. HUENEFELD *l. c.* 1. 66. Schwefelsaure auflösliche Salze sind Gegenmittel gegen Baryt und Bleisalzvergiftung, weil Baryt und Bleioxyd mit Schwefelsäure sich zu unlöslichen Verbindungen vereinigen. *Ebend.* 67. Magnesia stumpft die Magensäure ab. Kohlensaure Alkalien werden mit Erfolg gegen harnsaure Sedimente und Steinbildung im Harn gegeben, weil die Harnsäure dabei aufgelöst und der Harn alcalisch wird. Aus demselben Grunde wirken pflanzensaure Alcalien vortheilhaft, weil sie im thierischen Körper in kohlensaure Alcalien umgewandelt werden oder als solche in den Harn übergehen. In den Geschwüren des Hospitalbrandes und in Krebsgeschwüren hat man mit Erfolg Salpetersäure, Chlor, chlorigsaure Salze angewandt, in Beziehung auf die Bildung von Schwefelwasserstoff, Ammoniak und Hydrothion-Ammoniak in diesen Geschwüren. Aus demselben Gesichtspunkte lässt sich die Anwendung der Mineralsäuren im Faulfieber bei herrschender Tendenz zur Alcalität betrachten. HUENEFELD *l. c.* 72. Die Rubia tinctorum hat eine grosse Anziehung zur phorphorsauren Kalkerde, und äussert diese selbst noch im Organismus, indem sie eingenommen nur die Knochen roth färbt. Endlich werden vielerlei fremdartige Stoffe in den Kreislauf aufgenommen, sie verwandeln sich zum Theil und werden verändert oder unverändert ausgeschieden.

2. In anderen Fällen wirken Stoffe, besonders zersetzte Thierstoffe, die in kranken Thierkörpern erzeugt worden, auf eine dem chemischen Fermentationsprocess analoge Art auf lebende Thiere ein. Die Contagien verursachen die Erzeugung ähnlicher Zersetzung und Mischungen in anderen lebenden Wesen.

3. Chemische Verbindungen und die Elemente können aber auch, indem sie fehlende Bildungstheile zu Erzeugung neuer organischer Verbindungen liefern, statt diese zu zersetzen, sie viel-

mehr befördern, und die Wirkungen der organischen Kraft unterhalten. So ist ein gewisser Antheil mineralischer Stoffe in den Nahrungsmitteln nothwendig. Die Veränderung des Blutes beim Athmen ist eine organische Umwandlung, wobei eine binäre, durch das Athmen erzeugte Verbindung ausgeschieden wird.

4. Die organischen Stoffe selbst können dagegen wieder, indem sie auf einander wirken, gegenseitige Zersetzungen bedingen, welche noch ausser den Wirkungen der organisirenden Kraft erfolgen. Speichel soll nach Leuchs gekochte Stärke in Zucker umwandeln (Poggend. *Ann.* 1831. 5.), und Stärkemehl im Magen der Thiere in Stärkegummi und Zucker umgewandelt werden, wie Tiedemann und Gmelin zeigen. Fibrin oder Muskelfleisch sollen wässerige Zuckerlösung wie Hefe in Gährung setzen, während J. Davy mittelst Rindfleisch auf diese Art in 3—4 Tagen keinen Alcohol, sondern Gummi erhielt. Kastn. *Arch.* 1831. 396. Zu solchen chemischen Umwandlungen werden auch innerhalb des Organismus organische Säfte verwandt, wie Speichel, Magensaft, Galle, succus pancreaticus. Zwar sind hier quaternäre Verbindungen der gegenseitigen Einwirkung unterworfen, und die Producte können quaternäre Producte bleiben, ohne in binäre zu zerfallen. Indessen erleiden einmal gebildete organische Materien ausser dem organischen Körper bei Wechselwirkung mit unorganischen Verbindungen häufig nur eine Veränderung der organischen Verbindung. Im Organismus selbst ist die Wirkung organischer Flüssigkeiten auf einander noch durch das Lebensprincip verändert. Die Wirkungen des Speichels, der Galle bei der Verdauung lassen sich nicht aus ihrer Wirkung auf organische Verbindungen ausser dem Organismus ermitteln.

5. Die organische Assimilation zeigt sich zunächst in der Abänderung der Mischung organischer Flüssigkeiten durch Wechselwirkung mit den von dem Lebensprincip beseelten Wänden der organisirten Theile. So verändert sich die Mischung des im Darmkanal aufgesogenen Chylus im lymphatischen System, und er enthält mehr Faserstoff, wenn er durch mehr Lymphdrüsen durchgegangen ist. Diese Drüsen, welche den Vögeln, Amphibien, Fischen fehlen, sind nur Apparate, um die Einwirkung der organischen Oberflächen auf den Chylus zu vergrössern. In den Absonderungen ist dasselbe Phänomen modificirt, indem die von den organisirten Theilen verwandelten Bestandtheile des Blutes abgestossen werden.

6. Endlich zeigt sich die Assimilation noch merkwürdiger in der Umwandlung der organischen Flüssigkeiten zu Bildungstheilen der Organe selbst, indem das Blut in den Capillargefässen mit den kleineren Partikeln der Nerven, Muskeln, Schleimhäute, Drüsen etc. in Berührung kommt, jedes Organ die Bestandtheile des Blutes assimilirt, ihre Mischung hierzu verändert, sich durch Aneignung derselben vergrössert, aber ihnen auch die Fähigkeit ertheilt, selbst wieder zu beleben und zu organisiren. Wunderbar, dass sich die organisirende Kraft so lange erhält, indem sie sich über mehr Masse ausdehnt. Das Urphänomen dieser Assimilation zeigt sich vor der Entstehung der Gefässe und des Blu-

tes an der Keimscheibe des Eies (Blastoderma), indem diese sich am Rande auf Kosten der Dotterflüssigkeit zur Keimhaut vergrössert. Das Eiweis des Dotters erleidet allmählig eine chemische Umwandlung seiner Zusammensetzung, und verliert zuletzt seine Gerinnbarkeit in der Wärme. Wenn einmal Gefässe gebildet sind, so geschicht das Wachsthum durch Vergrösserung der Partikeln zwischen den Capillargefässen und durch Entstehung neuer Gefässe. Sind in einem organisirten Theil oder belebten Stoff (a, b, c, d) die Elemente, die in jedem organischen Molecule in bestimmtem Verhältnisse verbunden sind, so bedingt die organisirende Kraft des belebten Theiles nicht allein die Bindung von a, b, c, d zu Bildungstheilchen, sondern auch die Vereinigung der letzteren zu organischen Productionen, und zwingt die organischen Fluida, ihre Zusammensetzung auch zu der Verbindung (a, b, c, d), d. h. zu Atomen dieser Zusammensetzung zu ändern und diese Atome, sich mit dem assimilirenden Organ zu verbinden. Wenn hier von Atomen geredet wird, so sind darunter nicht organische Kügelchen verstanden, sondern jene unsichtbaren Atome, wie sie in der Chemie als kleinste Theilchen einer Verbindung supponirt werden. Die Erzeugung der organischen Erscheinungen, der Muskelbewegungen etc., befördert beständig die Zersetzung einer gewissen Quantität Materie, die durch die Nahrungsstoffe wieder zugeführt wird, und so unpassend in anderer Hinsicht der Vergleich ist, so gleicht die thierische Maschine doch hierin jeder andern Maschine, die mit Zersetzung einer Materie ihre Kräfte producirt, und wie die Dampfmaschine eine gewisse Menge neuer zersetzbarer Stoffe zu ihrem Gange erfordert. Das Wunderbare bei der Assimilation ist nun, dass der Organismus, indem er zersetzte Bestandtheile seiner selbst auswirft, und organische Kraft in neuer Materie zur Erscheinung bringt, durch die Ausscheidung der zersetzten Bestandtheile seiner selbst nicht sobald an organischer Kraft verliert; daher es fast scheint, dass entweder das organisirende Princip die zersetzten Bestandtheile verlässt und sich mit neuer Materie bindet, oder dass die Nahrungsstoffe selbst eine Quelle zur Vermehrung der organischen Kraft sind, während diese auf der andern Seite durch Zersetzung von früheren Bestandtheilen des Thierkörpers unwirksam wird. Vergl. pag. 39.

Das erste allgemeine Gesetz der verschiedenen Productionen scheint allerdings, wie Autenrieth bemerkt, das Gesetz der Anziehung ähnlicher Theile unter sich zu seyn. Aber die Theilchen der belebten Organe haben schon eine grosse Anziehung zu sich selbst, sie verlassen ihre Verbindung nicht, um sich mit Theilchen des ernährenden Fluidi zu vereinigen, sie ziehen die analogen Theilchen des Blutes an, nur das Blut scheint hierbei vorzugsweise eine Trennung seiner Elemente zu erfahren. Ich kann diese Bemerkungen nicht besser als mit einigen Worten von Autenrieth schliessen. Der Knochen sondert nur Knochenerde, der Muskel Faserstoff und Cruor ab, es vermehrt sich auch ein widernatürlich entstandener Scirrhus, ein Steatom immer mehr auf gleiche Art. Die Vermehrung durch Anziehung des Aehnlichen findet nicht bloss in den chemischen Bestandtheilen eines Organes

statt. Auch in seinen Bildungsgesetzen findet sich etwas Aehnliches. Ein polypöser Auswuchs der Mutterscheide, der innern Nasenhaut entfernt sich weniger durch seine chemische Mischung als durch seine Organisation von den ihn umgebenden gesunden Theilen. Einmal entstanden aber wächst er bis auf einen gewissen Grad immer auf eine ähnliche Art fort. Eine Narbe wird, ungeachtet sie eine von der ursprünglichen Organisation der Haut abweichende Structur besitzt, doch immer wieder auf eine ähnliche Art ernährt; sie wächst selbst mit dem übrigen Körper. Autenrieth *Physiol.* 2. 181.

---

# *I. Abschnitt.* Vom Athmen.

## *I. Capitel.* Vom Athmen im Allgemeinen.

Der wesentliche athembare Bestandtheil der Atmosphäre ist der Sauerstoff derselben, den sie im Verhältniss von 21 Th. Sauerstoffgas auf 79 Theile Stickstoffgas enthält. Der Kohlensäuregehalt der atmosphärischen Luft ist in der Regel äusserst gering. 10000 Volumtheile atmosphärischer Luft enthalten nach de Saussure 4,15 Kohlensäuregas. Auf dem Lande war das Maximum 5,74, das Minimum 3,15. In der Stadt Genf war der Kohlensäuregehalt der Luft um 0,31 Th. auf 10000 Th. Luft vermehrt. Berzelius *Jahrb.*, *übers.* v. Woehler 11. 64. Hierzu kommen örtliche Verunreinigungen, wie eine die Silberauflösung bei Einwirkung des Lichtes röthende organische Materie, die sich auch im Regenwasser findet. Gmelin's *Chemie* 1. 442. In der Luft, in welcher Menschen und Thiere athmen, vermindert sich der Gehalt an Sauerstoff, an dessen Stelle fast eben so viel Kohlensäure tritt. Beim Athmen in reinem Sauerstoffgas wird die Luft eben so verändert. Ohne das Athmen für eine Verbrennung zu erklären, kann man doch die Aehnlichkeit zwischen den Veränderungen der Luft durch das Athmen und das Verbrennen nicht verkennen. Hier wie dort scheint das Stickgas indifferent zu seyn, und nur den Process durch seine Beimengung zu mässigen.

Bei der Betrachtung der Gasarten, in Beziehung auf das Athmen und die Athemorgane, muss man wohl unterscheiden, dass eine Gasart den belebenden Process im Athmen nicht unterhalten kann, ohne dass sie deswegen gerade giftig ist. Stickgas und

Wasserstoffgas scheinen für das Athmen indifferent, sie unterhalten rein geathmet das Leben nicht, eben weil Sauerstoffgas fehlt, und sind daher, der zum Athmen nöthigen Menge Sauerstoffgas beigemengt, unschädlich. Andere Gase sind nicht indifferent, sondern wegen der Affinität zu thierischen Stoffen geradezu giftig. Dann muss man unterscheiden, dass manches Gas in die Athemorgane eingeführt werden kann und doch giftig ist, dass es aber gewisse Gase gibt, die nicht einmal in grösserer Menge in die Athemorgane eingeführt werden können, weil sie krampfhafte Zusammenziehungen der Respirationsorgane, vorzüglich Verschliessung der Stimmritze bedingen.

*I. Gase, welche den chemischen Process des Athmens unterhalten.*

1. Dauernd und ohne Nachtheil für das Leben. Die atmosphärische Luft. 2. Eine Zeitlang, aber nicht dauernd; Sauerstoffgas und Stickstoffoxydulgas. Beim Athmen in Sauerstoffgas soll das Blut selbst in den Venen hellroth werden. Es soll zuletzt zerstörend wirken. Dagegen haben Allen und Pepys beim Menschen keine Beschwerden, und bei einer Taube nur Unruhe, nach dem Versuch aber Erholung bemerkt. Lavoisier und Seguin sahen bei Meerschweinchen, die 24 Stunden in Sauerstoffgas athmeten, keine Beschwerde. Allen und Pepys fanden beim Athmen in Sauerstoffgas mehr Kohlensäure als beim Athmen in atmosphärischer Luft gebildet. Dagegen wollten sie bei einer Taube weniger Kohlensäurebildung als in atmosphärischer Luft gefunden haben. Schwindsüchtige befinden sich beim Athmen in Sauerstoffgas schlechter.

Stickstoffoxydulgas unterhält zwar das Leben eine kurze Zeit, wirkt aber doch schnell berauschend und betäubend, wobei Exaltation, subjective Sinneserscheinungen, Verwirrung des Geistes, und zuletzt Ohnmacht eintreten. H. Davy *Untersuchungen über das oxydirte Stickgas. Lemgo.* 1814. Ein Theil des Gases wird beim Athmen dieser Gasart im Blut aufgelöst, welches purpurroth wird, die Farbe des Gesichtes, der Lippen, wird wie die eines Todten. Es entwickelt sich aus den Lungen Stickgas und kaum etwas Kohlensäuregas.

*II. Gase, welche zwar inspirabel sind, aber nicht den chemischen Process des Athmens unterhalten.*

1. Gase, die keinen positiven giftigen Einfluss ausüben, sondern nur aus Mangel der Gasart, die allein das Leben unterhält, tödten. Stickgas und Wasserstoffgas. Nach Lavoisier's und Seguin's Versuchen athmen Meerschweinchen in einem Gemenge von gleichviel Sauerstoffgas und Wasserstoffgas ohne besondere Beschwerde, indem sie eben so viel Sauerstoffgas verzehren, wie in einem Gemenge von gleichviel Sauerstoffgas und Stickgas, und kein Wasserstoffgas absorbiren. Beim Athmen von Wasserstoffgas wird nach Allen und Pepys Stickgas aus dem Blut ausgehaucht. Nach Allen, Pepys und Wetterstedt (Berzel. *Thierchem.* 101.) macht Wasserstoffgas schläfrig. Frösche, die ich in unreinem Wasserstoffgas, wie es eben aus Zink und verdünnter Schwefelsäure bereitet wird, athmen liess, wurden schon nach einigen

Stunden wie scheintodt; als ich aber das Wasserstoffgas zu solchem Zweck reinigte und von dem stinkenden Oel vermittelst Hindurchleiten durch Weingeist befreite, lebte ein Frosch darin über 12 Stunden, indem er noch von Zeit zu Zeit athmete; nach 22 Stunden war er scheintodt, bewegte sich aber noch etwas, als er herausgenommen gekniffen wurde. In anderen Fällen lebten die Frösche selbst in gereinigtem Wasserstoffgas nur 3—4 Stunden.

2. Giftige Gasarten. Kohlenwasserstoffgas, Phosphorwasserstoffgas, Schwefelwasserstoffgas, Arsenikwasserstoffgas, Kohlenoxydgas, Cyangas? Atmosphärische Luft, die $\frac{1}{1500}$ Schwefelwasserstoffgas enthält, tödtet nach Thenard einen Vogel, $\frac{1}{800}$ einen Hund, $\frac{1}{250}$ ein Pferd. Diese Gasarten tödten auch, wenn sie in kleinen Quantitäten ins Blut injicirt werden. Nysten. Vergl. Pag. 136.

*III. Gase, welche in grösserer Menge gar nicht einmal inspirirt werden können, indem sie eine krampfhafte Verschliessung der Stimmritze bewirken. In kleinerer Quantität erregen sie Husten.*

Alle sauren Gasarten, auch Kohlensäure, ferner Chlor-, Stickstoffoxyd-, Fluorboron-, Fluorsilicium-, Ammoniakgas. Berzel. *Thierch.* 103. Gmelin *Chem.* 4. 1527. Atmosphärische Luft mit mehr als 10 proc. Kohlensäuregas ist bald erstickend. Flüssigkeit, Wasser reizt wie feste Körper auch zu krampfhafter Verschliessung der Stimmritze bis zum Ersticken, sehr wenig dagegen, wenn etwas Flüssigkeit einmal in den Lungen ist, und man kann durch eine Oeffnung der Luftröhre ziemlich viel Wasser einspritzen. Der Tod erfolgt im ersten Fall durch die Verschliessung der Stimmritze, welche bei einem Loch in der Luftröhre ganz unschädlich ist.

Die Thiere, welche im Wasser leben, athmen zum Theil atmosphärische Luft an der Oberfläche des Wassers, wie die Amphibien und Wassersäugethiere, durch Lungen, zum Theil athmen sie das Wasser selbst, oder vielmehr die im Wasser aufgelöste Luft, wie die Fische durch Kiemen. Das Wasser der Seen, Flüsse und des Meeres enthält nämlich auch atmosphärische Luft oder vielmehr Sauerstoffgas und Stickgas in bestimmten Proportionen aufgelöst, welche es aus der Atmosphäre absorbirt. v. Humboldt und Provençal entwickelten durch Kochen aus Seinewasser 0,0264—0,0287 Theile seines Volums Luft. Diese enthielt 0,306 bis 0,314 Theile Sauerstoffgas und 0,06 bis 0,11 Theile kohlensaures Gas. Man darf sich also nicht vorstellen, dass das Wasser selbst eine Veränderung durch das Athmen erleide, nur die darin aufgelöste Luft wird verändert, Sauerstoff daraus absorbirt, und Kohlensäure ausgeschieden. Fische athmen im Wasser, welches mit Sauerstoffgas und Wasserstoffgas imprägnirt ist, nur das erstere, das Wasserstoffgas, bleibt unverändert. In ausgekochtem Wasser sterben die Fische wegen Mangel an Sauerstoffgas schnell, innerhalb 4 Stunden, wobei sie ihre Athembewegungen fortsetzen. Priestley sah Fische in luftfreiem, mit Stickoxydgas (Salpetergas) imprägnirtem Wasser 10—15 Min. leben, als aber die geringste Menge atmosphärischer Luft hinzukam, starben sie unter Krämpfen.

Der chemische Process des Athmens ist nicht wesentlich von den Athmenbewegungen abhängig; diese dienen nur zur Ventilation, d. h. das während dem beständigen chemischen Process zwischen Luft oder Wasser und Blut veränderte Medium, Luft oder Wasser, auszutreiben und frische Luft oder Wasser in den Apparat des chemischen Processes zu bringen. Die Lungen bieten durch ihre innere Oberfläche eine ungeheure Fläche zur Wechselwirkung zwischen Blut und Luft dar, diese Wechselwirkung ist beständig, weil die Lungen auch beim Ausathmen nicht von Luft leer werden. Die Verengerung und Erweiterung des Brustkastens, dem die anliegenden Lungen folgen, werfen einen Theil der Producte aus dem Reservoir der Lungen von Zeit zu Zeit aus, und führen das neue Material zur neuen Production in das Reservoir der Lungen. Die Fische nehmen das frische Wasser durch den Mund auf und treiben einen Theil darauf zwischen den Kiemen heraus, wobei sie die Kiemendeckel öffnen und schliessen.

Die menschliche Lunge enthält nach H. Davy nach möglichst starkem Ausathmen noch 35, nach gewöhnlichem Ausathmen 108 Cubikzoll Luft; nach Davy werden gewöhnlich 10—13 C. Z. ein- und ausgeathmet. Herbst (Meck. *Arch.* 1828.) fand, dass grössere Erwachsene bei ruhigem Einathmen 20—25 C. Z., kleinere 16—18 C. Z. ein- und ausathmen.

Das Athembedürfniss ist sehr verschieden, am grössten bei den Wirbelthieren, und unter diesen bei den warmblütigen. Die warmblütigen Thiere sterben in der Luftpumpe schon innerhalb einer Minute, Vögel in 30—40 Secunden. Amphibien dagegen leben ziemlich lange im luftleeren Raume und irrespirabeln Gasarten, eine Schildkröte starb unter Oel in Carradori's Versuchen (*ann. d. chim. et d. phys.* 5. 94.) erst in 24—36 Stunden. Frösche sterben unter Oel in weniger als 1 Stunde, unter lufthaltigem Wasser leben sie (durch Athmen mit der Haut) lange; nach Edwards lebten Kröten in der Seine in verschlossenen Körben, Tage lang, in luftlosem Wasser nach Spallanzani und Edwards einige Stunden. Edwards, Meck. *Arch.* 5. 141. Nach meinen Versuchen lebten Frösche mit unterbundenen und ausgeschnittenen Lungen circa 30 Stunden, wahrscheinlich durch Athmen mit der Haut. Ein Frosch zeigte einmal in den vorher erwähnten Versuchen in *reinem* Wasserstoffgas noch nach 12 Stunden deutliche Lebenszeichen und athmete von Zeit zu Zeit, und war selbst nach 22 Stunden nur scheintodt.

Nach v. Humboldt's und Provençal's Versuchen lebten Goldfische in ausgekochtem Wasser 1 Stunde 40 Min.; nach ihren Versuchen sterben Fische in wässeriger Kohlensäure und kohlensaurem Gas in wenigen Minuten, während sie in Stickgas und Wasserstoffgas, worin sie ihre Kiemendeckel schliessen, erst in 5 Stunden sterben. Die Insecten sterben in Oel nach Carradori sogleich, auch schnell nach Treviranus, wenn man ihre Luftlöcher mit Oel bestreicht. Dagegen lebten Blaps- und Tenebrio-Arten in Biot's Versuchen unter der Luftpumpe in verdünnter Luft von 1—2 Millimeter Spannung 8 Tage. Bremsenlarven lebten nach den Versuchen von Schroeder v. d. Kolk lange in ir-

respirabeln Gasarten. Die Larven einiger Insecten leben in faulenden Theilen von Pflanzen und Thieren und scheinen wenig freies Sauerstoffgas zu bedürfen, obgleich man kein Insect kennt, welches nicht ein Luftröhrensystem und also Luft im Innern enthielte. Berzelius sah Larven in Quellwasser leben, das kohlensaures Eisenoxydul und etwas Schwefelwasserstoffgas enthielt. Blutegel scheinen lange ohne Wassererneuerung zu leben. Holothurien starben in Tiedemann's Versuchen in Seewasser, das nicht erneuert wurde, in einem Tage. Die Eingeweidewürmer scheinen durch ihren Aufenthalt in belebten Wesen das Athmen nicht zu bedürfen. Aber überhaupt scheint das Athmen zum Leben der niedersten Thiere nicht wesentlich nothwendig zu seyn. Ueber das Athmen im Winterschlaf, siehe oben pag. 75., über das Athmen der Thiereier unten Cap. 3. Die vorzüglichsten Arbeiten über das Athmen sind: Goodwyn *on the connexion of life with respiration. London* 1788. Lavoisier et Seguin *Ann. d. Chim.* 91. 318. Menzie's *tentamen physiol. de resp. Edinb.* 1790. Crell *Ann.* 1794. 2. 33. H. Davy, Gilb. *Ann.* 19. 298. Pfaff, in Gehlen *J. de Chem.* 5. 103. Provençal et Humboldt, Schweigg. *J.* 1. 86. Edwards *Ann. de Chim. et de Phys.* 22. 35. Dulong, Schweigg. *J.* 38. 505. Despretz *Ann. d. Chim. et de Phys.* 26. 337. Spallanzani *mém. sur la respiration. Genève* 1803. Hausmann *de anim. exsang. resp. Hannov.* 1803. Sorg *de resp. insect. et verm. Rudolst.* 1805. Nitzsch, *de resp. animalium. Viteb.* 1808. Nasse, Meck. *Arch.* 2. 195. 435. Treviranus, *Zeitschr. für Physiol.* 4. 1.

## *II. Capitel.* Organologie der Athemwerkzeuge.

Viele der niedersten Thiere scheinen mit der ganzen Haut zu athmen. Das Athemorgan entsteht, indem ein zur chemischen Veränderung der Luft oder des lufthaltigen Wassers bestimmter Theil der Haut sich in einem kleinen Raume zu einer grossen Oberfläche, welche den Contact zu vermehren bestimmt ist, vergrössert. Diese Vergrösserung der die Luft zersetzenden Oberfläche geschieht entweder nach innen in den *Lungen* als sackförmige oder verzweigte Höhlungen, oder durch Vermehrung der Oberfläche nach aussen, in der Kieme in Form von Blättern, Zweigen, Kämmen, Quasten, Wimpern, federförmigen Auswüchsen, Formen, die so mannigfaltig sind, dass die Natur hierin gleichsam die Aufgabe gelöst zu haben scheint, die denkbaren Formen der Flächenvermehrung nach aussen durch vorspringende Bildungen zu realisiren. Diese Art des Respirationsorganes nennt man *Kieme.* Die dritte Art der Respirationsorgane ist durch Contactsvermehrung der thierischen Theile und der Luft in einem durch alle Organe verzweigten Luftröhrensystem gegeben, welches sich mit den feinsten Zweigen bis in die kleinsten Theile aller Organe verbreitet. Diess ist das Tracheensystem der Insecten und Tracheenspinnen. Die Lungen athmen gemeiniglich nur Luft, doch giebt es Ausnahmen, wie z. B. das Respirationsorgan der Holothu-

rien, welches einen hohlen Baum mit hohlen Endzweigelchen vorstellt, der von seiner innern Fläche aus athmet, indem er das Wasser aufnimmt, das von Zeit zu Zeit ausgetrieben wird. Die Kiemen athmen meistens Wasser, aber zuweilen auch Luft, wie die Kiemen der auf dem Lande lebenden Crustaceen, der Landasseln. Lungen und Kiemen, in ihren extremen Formen durchaus verschieden, nähern sich doch oft so sehr, dass es schwer ist, zu bestimmen, ob etwas Lunge oder Kieme ist. Nicht allein dass die Kiemen der Cyclostomen, der Haien und der Rochen in den Wänden von Kiemensäcken angebracht sind, dass die Kieme der Ascidien unter den Mollusken ein Kiemensack ist; in dem Athemorgan der Lungenspinnen ist die Vermischung der Charaktere noch grösser. Diese Organe haben die Charaktere der Lungen und Kiemen zu gleicher Zeit, und wurden vielleicht mit eben so viel Recht oder Unrecht von Treviranus Kiemen, als von mir Lungen genannt. Diess sind Säckchen, welche beim Aufblasen durch ihr Luftloch fächerförmige blinde Vorsprünge am Rande des Säckchens zeigen, wie ich beim Scorpion gezeigt habe, während das Innere der Säckchen zugleich durch eine Anzahl zarter Scheidewände in innere Fächerchen abgetheilt ist. Diese Organe athmen Luft. Das Tracheensystem der Insecten athmet meist Luft durch Luftlöcher ein; allein einige derjenigen Insecten, die im Wasser leben, athmen die im Wasser aufgelöste Luft durch kiemenförmige Anfänge des Tracheensystems, so dass sie die im Wasser aufgelöste Luft durch diese Tracheenkiemen in gasförmige Luft verwandeln, die dann in ihrem Luftröhrensysteme weiter verbreitet wird.

Bei den Infusorien scheinen die einzigen Athemorgane die zarten, nur bei den stärksten Vergrösserungen sichtbaren Wimpern zu seyn, womit viele theilweise oder ganz besetzt sind. Bei den Polypen scheint die ganze Körperoberfläche dem Athemprocess zu dienen. Bei einigen, wie den Alcyonellen, scheinen ihre Büschel zugleich Kiemen zu seyn. Unter den Echinodermen bildet das Athemorgan bei den Holothurien ein hohles Strauchwerk oder Bäumchen mit Endzellchen, welches das Wasser durch den Stamm aufnimmt, und von der innern Oberfläche des Organes aus athmet. Bei den Seesternen sind die Respirationsorgane nach Tiedemann weiche Röhrchen auf der Haut des Thiers, in welche das Wasser eindringen kann. Tiedemann *Anatomie d. Röhrenholothurie etc.* Bei den Anneliden sind die Athemorgane theils freie büschelförmige Kiemen, in Form von Zweigelchen wie in den Arenicolen, und ähnliche Organe an den Füssen der Nereiden, und bald Athembläschen, die unter der Haut verborgen liegen, wovon jedes durch eine Oeffnung nach aussen führt, wie bei den Lumbricinen, Naiden, Hirudineen; ich habe indess einmal bemerkt, dass die eigentlichen Athembläschen der Hirudo med. eine tropfbarflüssige Absonderung, etwas weniges weissliche Materie enthielten.

Die Mollusken athmen theils durch Kiemen Wasser, theils durch Lungen Luft. Im ersten Fall sind z. B. die Cephalopoden, ein Theil der Gasteropoden, die Acephalen, im zweiten Fall be-

findet sich ein Theil der Gasteropoden, wie z. B. die Helicinen und Limacinen. Die Kiemen stellen Falten oder Blätter dar, die parallel nebeneinander verbunden sind, oder von einem Schafte ausgehen, wie bei den Sepien, oder verzweigt sind, wie bei den Doris, wo sie um den After stehen. Bei den zweischaligen Muscheln sind jederseits 2 in der Länge des Thieres verlaufende doppelwandige Blätter, zwischen deren Lamellen zugleich die Eier gelangen können, um sich zu entwickeln. Siehe v. Baer, Meck. *Archiv* 1830. Bei den Ascidien bilden die Kiemen eine sackförmige Vorhalle des Darmschlauches, wo die innere Haut gitterförmige Vorsprünge bildet. Die luftathmenden Gasteropoden leben theils im Wasser, wie z. B. die Süsswasserschnecken, und athmen Luft an der Oberfläche des Wassers, wie die Limnäen u. a., theils leben sie auf dem Lande, wie die Limacinen und Helicinen. Das Athemorgan ist eine sackförmige Lunge, deren Athemloch sich rhythmisch öffnet und schliesst.

Bei den Crustaceen sind die Kiemen entweder wasserathmend, wie bei den meisten, sie sind dann theils federförmig vereinigte Blätter, wie bei den Brachiuren, theils Büschel von Fäden ausschickende Fortsätze, wie bei den Macruren, theils einfache Blätter, wie bei den Wasserasseln. Die luftathmenden Kiemen der Landasseln stellen auch einfache hohle Blätter dar. Bei mehreren Crustaceen sind die Kiemen mehr blasenartig, wie bei den Amphipoden. Die Kiemen der Crustaceen sind entweder mit den Füssen verbunden oder mit der Unterseite des Bauches.

Die Spinnen zerfallen in Lungenspinnen und Tracheenspinnen. Die Athemorgane der Lungenspinnen liegen an der untern Seite des Hinterleibes, bald 1 Paar, wie bei den meisten Spinnen, bald 2 Paar, wie bei den Mygalen, bald 4 Paar, wie bei den Scorpioniden. Diese Organe, welche ich in Meck. *Archiv* 1828. und *Isis* 1828. 707. weitläufiger beschrieben habe, sind Säckchen, zu welchen jedesmal ein Luftloch führt. In diesen Säckchen sind viele parallele Scheidewändchen oder Blätter aufgestellt. Die Abtheilungen zwischen diesen Blättern springen am untern Rande der Kieme beim Aufblasen vor, so dass die Kieme auch äusserlich am hintern Rande abgetheilt ist. Die im Wasser lebenden Spinnen, wie Aranea aquatica, nehmen zwischen den Haaren ihres Leibes Luft mit in das Wasser hinab, die sie verzehren; doch scheinen die Hydrachnen so wie die Pycnogoniden nicht Luft zu athmen. Die Tracheenspinnen, wie Solpuga, Chelifer, Phalangium, und die Acariden verhalten sich im Bau ihrer im ganzen Körper sich verbreitenden Luftröhren, die durch Luftlöcher Luft erhalten und ausscheiden, wie die Insecten. Dugès hat auch Spinnen (Dysdera, Segestria) beobachtet, welche Lungen und Luftröhren zugleich haben. Die beiden hinteren der 4 Stigmen derselben sind Tracheal-Stigmen.

Alle Insecten haben ein Tracheensystem, die meisten athmen in der Luft, diese nehmen die Luft durch eine Anzahl Luftlöcher, Stigmata, meist an den Seiten der Leibesringe auf. Siehe die Abbildungen des ganzen Luftröhrensystems mehrerer Insecten bei Marcel de Serres, *Isis* 1819. 4. Die Luftröhren führen die Luft

von den Stigmata theils in Säckchen, wovon die übrigen Luftröhrenstämmchen ausgehen, theils in Längsstämme, die sich durch das ganze Thier bis in die kleinsten Theile verzweigen. Bei mehreren, besonders bei den Orthopteren, sieht man deutliche Athembewegungen durch abwechselnde Erweiterung und Verengerung des Hinterleibes. Vor dem Fliegen scheinen die Käfer sich mit mehr Luft zu füllen, wobei ihre Flügel, die ebenfalls Luftröhren enthalten, sich entfalten. Treviranus hat neulich behauptet, dass die Stigmata einiger Insecten ganz undurchbohrt sind. Diess ist indess von Burmeister bereits verneint. Burmeister *Entomologie. Berlin* 1832. *p.* 172. Ueber den Bau der Luftlöcher siehe Burmeister ebend.

Einige Insecten leben im Wasser und athmen doch Luft an der Oberfläche des Wassers, wie die Larven mancher Diptera, die Wasserwanzen und einige Käfer, die im Wasser leben. Die Dytisken kommen an die Oberfläche des Wassers und nehmen die Luft in Luftlöcher am After auf. Die Hydrophilen nehmen Luftblasen zwischen den Haaren ihres Körpers mit in die Tiefe. Beide Käfer haben ihre Luftlöcher als Larven am Schwanzende. Burmeister. Die Larven der gemeinen Stechmücke, Culex pipiens, haben eine Athemröhre am letzten Hinterleibsringe, die Puppen derselben 2 Athemröhren aus dem Brustkasten hervorragend. Andere dieser Mücke verwandte Gattungen dagegen athmen als Larven Wasser mit Kiemen. Aber die Larven der Federmücken, Chironomus, haben wieder zwei Athemröhren am Schwanzgliede. Bei den Stratiomys endigt das letzte Glied des Leibes in eine Athemröhre. Sehr interessant ist die Athemröhre der Larven der Gattung Eristalis, die im Schlamm von Pfützen, Gossen und Abtritten leben. Das letzte Glied des Leibes verlängert sich in eine häutige Röhre, in welcher eine zweite hornige steckt, die wie die Athemröhre der Culex und Stratiomys zur Suspension auf der Wasseroberfläche mit einem Borstenkranze versehen ist. Die Larve richtet dieses Rohr, dessen inneres Stück, wenn es nöthig ist, hervorgeschoben wird, bis an die Oberfläche des Wassers, die Röhre kann zu diesem Zwecke ausserordentlich verlängert werden, während die Larve auf dem Grunde lebt und an der Oberfläche des Wassers athmet. Burmeister *Entomologie. I.* 178. Auch einige Wasserwanzen, Nepa und Ranatra haben Athemröhren.

Einige Insecten, die als Larven im Wasser leben, athmen, obgleich sie in ihrem Innern ein Luftröhrensystem haben, zunächst Wasser. Diese besitzen statt Luftlöcher, Kiemen, als Anfänge der Luftröhren. Diese Kiemen haben die Function, die im Wasser aufgelöste Luft von dem Wasser abzuscheiden, und im gasförmigen Zustande dem Luftröhrensystem zu überliefern.

Die Kiemen sind theils haarförmige Fäden, deren Inneres die Anfänge der Luftröhren enthält. Diese Haare sind bald strahlig vereinigt, bald verzweigt. Solche Kiemen haben z. B. die Larven und Puppen mehrerer Mücken. Blattförmig sind die Kiemen mehrerer Neuroptera. Mit haarförmigen Kiemen an den Seiten der Ringe athmen die Larven des Drehkäfers Gyrinus. Am häu-

figsten sind die Kiemen bei den Larven der Neuropteren. Bei Ephemera sind es flossenartige Kiemenblättchen an der Seite des Leibes, im Innern der Blättchen beginnen die Zweige der Luftröhren. Die Kiemen der Larven der Wasserjungfern liegen im letzten Leibesringe, bei Agrion bilden sie 3 grosse gefranzte Blätter. Die büschelförmigen Kiemen der Larven der Libellen liegen im Mastdarme, so dass die büschelförmigen Enden der Luftröhrenstämme, die Haut des Mastdarms durchbohrend, in die Höhle des Mastdarms hereinragen. Die Larven der Phryganeen und Semblis besitzen faden- oder blattförmige Fortsätze an den Seiten des Hinterleibs. Unter den Dipteren athmen die Larven der Chironomus Luft durch Athemröhren, die Puppen aber die im Wasser aufgelöste Luft durch Kiemenbüschel am Brustkasten. Anopheles athmet als Larve mit Kiemen am Schwanzende, mit Athemröhren als Puppe. Unter den Schmetterlingen lebt die Raupe einer Motte, Botys stratiotalis, im Wasser. Eine ausführlichere Darstellung der Athemorgane hat Burmeister in seiner schätzbaren Entomologie gegeben, wovon hier ein Auszug mitgetheilt worden. Abbildungen der Kiemen der Wasserinsecten hat Suckow in Heusinger's *Zeitschrift für organ. Physik. B. 2.* gegeben. Wenn die mit Kiemen athmenden Larven und Puppen sich verwandeln, verlieren sie ihre Kiemen, und athmen Luft durch Luftlöcher.

Ueber den Bau der Kiemen der Fische hat Rathke gründliche Untersuchungen angestellt. *Untersuchungen über den Kiemenapparat und das Zungenbein der Wirbelthiere. Riga und Dorpat* 1832. Das Folgende ist zum Theil ein Auszug derselben.

1. *Kiemengerüst.* Der Unterkiefer der Gräthenfische ist an dem Quadratbein aufgehängt, einem Suspensorium, welches hier aus mehreren Stücken besteht, an welche sich hinten noch 3 Stücke des Kiemendeckels anschliessen.

Auf den Unterkiefer folgt nach hinten bei den Gräthenfischen der Zungenbeingürtel. Diess sind 2 aus mehreren Gliedern bestehende Bogen, deren Extreme mit dem Quadratbein verbunden, und die unten in der Mitte hinter der Zungenstütze vereinigt sind, zwischen sich oft eine Copula und unter sich den Zungenbeinkiel haben. An den Bogen des Zungenbeins die knöchernen radii branchiostegi, Kiemenhautstrahlen.

Hinter dem Zungenbeingürtel liegen bei den Gräthenfischen 4 Knochengürtel, die Kiemenbogen, an welchen die Kiemenblättchen wie die Zähne eines Kammes befestigt sind. Das gefässreiche Gewebe der Kiemenblättchen ist durch knorpelige Stützen, den Blättchen, entsprechend getragen, welche man den radii branchiostegi des kiemenlosen Zungenbeingürtels vergleichen kann. Die Kiemenbogen bestehen aus mehreren Stücken, meist vier, in dem hintersten weniger. Bei vielen Gräthenfischen befinden sich an der innern Seite der Kiemenbogen mehrere kleine Knochenplatten mit kleinen Zähnen. Ist das oberste Glied eines Kiemenbogens stärker bewaffnet, so wird es zum obern Schlundknochen, os pharyngeum superius. Zwischen den unten paarweise verbundenen Kiemenbogen befinden sich 2—4 Knochen- oder Knorpel-

stücke als Copulae derselben. Hinter dem letzten Paare der Kiemenbogen liegen die unteren Schlundknochen oder die Schlundkiefer aus einem Stücke jederseits bestehend. Sie stellen gleichsam einen Kiemenbogengürtel dar, der aber ohne Kiemen ist. Die Kiemenbogen und Schlundkiefer liegen bei den meisten Fischen unter dem Schädel, bei anderen zum Theil unter den ersten Wirbeln.

In den Haifischen und Rochen tragen die knorpeligen Quadratbeine den Unterkiefer und die Zungenbeinbogen. Sowohl mit dem Quadratbein als dem Zungenbeinbogen sind Knorpelstreifen in Form von Strahlen verbunden. Die Knorpelstrahlen des Quadratbeins entsprechen den Kiemendeckelstücken, welche bei den Gräthenfischen am Quadratbein angeheftet sind, die Knorpelstrahlen der Zungenbeinbogen entsprechen den radii branchiostegi der Gräthenfische. Die 4 knorpeligen Kiemenbogen der Haifische und Rochen liegen unter dem Anfange der Wirbelsäule. Sie bestehen aus 4 Segmenten. Eine Knorpelplatte hinter den Kiemenbogen entspricht den Schlundkiefern der Gräthenfische. Die Kiemenbogen tragen auch Knorpelstreifen, die nach aussen und hinten wie Strahlen gerichtet sind.

Bei den Larven der Salamandrinen, Frösche und bei den Proteideen ist das knorpelige Kiemengerüst zum Theil aus ähnlichen Theilen gebildet. Das Quadratbein trägt den Unterkiefer, in der Regel auch das vordere Zungenbeinhorn. Die Kiemenbogen bestehen nicht aus mehreren Segmenten; es sind 4 Bogen (beim Proteus 3), sie sind an die einfachen oder doppelten hinteren Zungenbeinhörner befestigt, die Rathke für Segmente der Kiemenbogen selbst ansieht.

Bei der Verwandlung bleiben die Zungenbeinhörner der Batrachier und Salamandrinen nebst dem Mittelstück und verändern sich. Die Kiemenbogen verschwinden, nur von dem ersten Bogen verbindet sich ein Rest mit den 2 Zungenbeinhörnern beim Salamander. Siebold. Bei den Coecilien besitzt das Zungenbein durchs ganze Leben 4 Paar Bogen. Vergl. Rusconi *descrizione anatomica degli organi della circolazione delle Larve delle Salamandre.* Siebold *observ. de Salamandris et Tritonibus. Berol.* 1828. Bemerkenswerth ist, dass die Hörner des Zungenbeins bei den Eidechsen selbst im erwachsenen Zustand noch 2 Paar oder selbst 3 Paar Bogen darstellen. Rathke hat nun eine gleichlaufende Reihe von Beobachtungen an Embryonen der Säugethiere angestellt, woraus ebenfalls hervorgeht, dass die zarten Kiemenbogen derselben, wie bereits pag. 160. erwähnt wurde, in das Zungenbein zuletzt reducirt werden, indem namentlich der Zungenbeinbogen vorderes, der erste Kiemenbogen zweites Horn des Zungenbeines wird, dass aber die Kiemenbogen nichts zur Ausbildung des Kehlkopfes beitragen, dieser vielmehr selbstständig entsteht.

2. *Kiemenblätter.* Die Kiemenblätter der Gräthenfische bilden an jedem Bogen eine doppelte Reihe von lanzettförmigen Blättchen, die wie Zähne eines Kammes auf den Kiemenbogen aufsitzen, an ihrer Basis sind sie häufig auf eine gewisse Höhe mit einander verwachsen. Die Kiemenblätter schicken wieder quere

kleinere Blätterchen aus. Die Kiemenarterien treten am untern Ende der Kiemenbogen ein, verlaufen in der Furche an der Convexität des Bogens bis zum obern Ende, dünner werdend, die Kiemenvenen in umgekehrter Richtung, so dass diese unter der Wirbelsäule zu dem Arteriensystem zusammen treten. Auf jenem Weg giebt jede art. branchialis so viel Aeste als Kiemenblätter. Diese Aeste theilen sich zweimal gabelförmig, und führen in quere Capillargefäse der feinsten Kiemenblättchen, aus welchen auf ähnliche Art die Venen auf der entgegengesetzten Seite der Kiemenblättchen entstehen. Cuvier *hist. nat. des Poissons. Tab.* 8. Ueber Nebenkiemen siehe Rathke a. a. O., über die baumförmigen Nebenkiemen des Heterobranchus anguillaris Burdach's *Physiol.* 4. 161. Ehrenberg hat bei Sudis aegyptiaca ein mit den Kiemen verbundenes, äusserst räthselhaftes spiralförmiges Organ entdeckt. Ueber die runzeligen Nebenkiemen der Anabas und anderer Fische, die ausser dem Wasser einige Zeit zubringen, siehe Cuvier *hist. nat. des Poissons. Tab.* 205. 206. Im Fötuszustande besitzen die Haifische und Rochen auch fadenförmige äussere Kiemen, die merkwürdiger Weise auch aus dem Spritzloch (vor dem Quadratknorpel) hervorragen, wodurch dieses Loch an die übrigen wahren Kiemenlocher erinnert.

Die Störe besitzen eine halbe Kieme am Kiemendeckel, eben so die Haifische und Rochen am Gürtel vor den Kiemenbogen. Bei den Gräthenfischen und bei dem Stör sind die Kiemenbogen nach der äussern Seite frei, und nur von dem beweglichen Kiemendeckel bedeckt, oder von der Kiemenhaut bis auf eine Oeffnung bedeckt, wie beim Aal. Bei den Haifischen, Rochen dagegen geht von jedem Kiemenbogen zwischen den Kiemenblättchen der vordern und hintern Seite eine häutige Fortsetzung bis zur Haut, die bei diesen Thieren die Kiemen ganz bis auf 5 Oeffnungen bedeckt. Dadurch entstehen vollständige Scheidewände zwischen Schlund und Haut, in welchen die Kiemenbogen eben liegen. Von diesen Kiemenbogen gehen die Kiemenblätter als parallele Fältchen der Schleimhaut, welche diese Säcke auskleidet, aus. Von den 5 Oeffnungen zu 5 Kiemenhöhlen liegt die erste hinter der ersten oder halben Kieme und dem 1. Kiemenbogen, die 2., 3., 4. Oeffnung zwischen den 1—2., 2—3., 3—4. Kiemenbogen, die 5. Oeffnung hinter dem 4. Kiemenbogen. Die hintere Wand der 5. Kiemenhöhle ist ohne Kiemenblättchen.

Bei den Cyclostomen giebt es auch Kiemensäcke mit äusseren Oeffnungen, indem je zwei Kiemen zu einem Sack sich verbinden. Die Kiemenbogen fehlen, und statt deren giebt es bloss häutige Scheidewände, welche nach zwei Seiten hinten mit Schleimhaut ausgekleidet sind. Starke Falten dieser Schleimhaut bilden die Kiemenblätter. Bei Ammocoetes sind 6, bei Petromyzon 7 Kiemensäcke und Oeffnungen. Bei Ammocoetes öffnen sich die inneren Kiemenlöcher der Säcke in den Schlund, gleich wie die Kiemenspalten der Gräthenfische. Bei den Petromyzen dagegen öffnen sich die 7 inneren Kiemenlöcher in einen vor der Speiseröhre liegenden, am Ende blinden, vorn mit dem Munde zusammenhängenden Bronchus.

Die Froschlarven haben in ihren auf der rechten Seite ganz, auf der linken Seite bis auf ein kleines Loch bedeckten Kiemenhöhlen 4 mit Kiemenblättchen versehene Kiemenbogen. In die Kiemenhöhlen brechen auch die vorderen Extremitäten hervor. Die Salamanderlarven haben bei äusseren Kiemen 4 Kiemenspalten. Unter den Proteiden hat Siren 3, Proteus 2, Axolotl 4 Kiemenspalten, beim letzten ist die erste Spalte zwischen dem häutigen Kiemendeckel und 1. Bogen; der 4. Bogen ist angewachsen. Alle Proteideen haben wie die Salamander keine innere, aber 3 äussere Kiemenbüschel, von Kiemenbogen ausgehend. Bei dem Proteus sind nach Rusconi die Kiemenarterien die Aeste des truncus arteriosus, die Kiemenvenen vereinigen sich zu dem Arteriensystem des Körpers, aber die Kiemenarterien anastomosiren auch mit den Wurzeln des Arteriensystems. Ebenso bei den Larven der Salamander, so dass die Kiemengefässe gleichsam Aeste von Aortenbogen sind, auf welche sich die Blutbewegung nach dem Verluste der Kiemen zurück zieht. Die Kiemenarterien und Venen der Froschlarven verlaufen in entgegengesetzter Richtung, anastomosiren aber auch mit einander. Vergl. oben pag. 159. Die Proteideen und die Frosch- und Salamanderlarven in der spätern Zeit athmen ausser dem Wasser durch Kiemen auch Luft durch die Lungen.

3. *Kiemendecken.* Bei den Gräthenfischen sind die Kiemen durch die Deckelstücke, welche dem Quadratbein verbunden sind, gemeinschaftlich gedeckt. Bei den Haifischen und Rochen, wo die Kiemen bis auf blosse kleine Oeffnungen zwischen 2 Kiemenbogen von der Haut bedeckt sind, giebt es nicht allein an dem Quadratknorpel jene die Kiemendeckelstücke vertretende Knorpelstreifen, sondern mit jedem Kiemenbogen liegt noch unter der Haut ein Knorpelstreifen parallel. Diese bilden eine obere und eine untere Reihe, in welchen gleichsam die Stücke des Kiemendeckels der Gräthenfische multiplicirt sind. Rathke a. a. O. *Tab. III. fig.* 1. 2. Diese äusseren Kiemendeckelknorpel bilden sich bei den Petromyzen zu einem sehr zusammengesetzten äussern Knorpelskelet der Kiemen aus, während das Kiemenbogenskelet bei diesen Thieren in den Scheidewänden der Kiemensäcke fehlt.

Bei den Salamanderlarven, dem Proteus und Axolotl ist eine kiemendeckelartige Platte vorhanden, die aber keine Knochen oder Knorpelstücke enthält, und die häutige Kiemendecke der Froschlarven, welche die Kiemen bis auf die eine kleine Oeffnung auf der linken Seite bedeckt, ist auch eben bloss membranös. Hieraus geht nun hervor, wie Rathke bewiesen hat, dass die Kiemendeckelstücke am Quadratbein der Fische keinem Knochen bei höheren Thieren entsprechen, sondern den Fischen eigenthümliche Bildungen sind, die am wenigsten mit den Gehörknöchelchen der höheren Thiere verglichen werden können. Dass letztere nicht aus Theilen der Kiemenbogen entstehen, wie Huschke vermuthet hatte, geht aus der Beobachtung von Windischmann hervor, dass der Axolotl Kiemenbogen und doch 2 Gehörknöchelchen (ohne Trommelhöhle) besitzt.

Ueber den Bau der Athemwerkzeuge der Amphibienlarven und Proteideen siehe Cuvier *oss. fossil. T.* 5. 2. Humboldt und Bonpland *Beobacht. aus der Zool. Tüb.* 1806. Rusconi, Configliachi *del proteo anguino. Pavia* 1819. J. Mueller's *Beiträge zur Naturgeschichte und Anatomie der Amphibien*, in Tiedemann's *Zeitschr. für Physiologie.* 4. 2. und vergleiche oben pag. 159.

Die Lungen der Amphibien sind eigentlich blosse Säcke, mit zellenförmigen Vorsprüngen im Innern, wodurch die Fläche vermehrt wird. Die Lungen der meisten *nackten* Amphibien haben nur eine häutige, meist sehr kurze Luftröhre, bei den Batrachiern führt der Kehlkopf fast sogleich in die häutigen Bronchien. Die erste Erscheinung von Knorpelstücken in den Bronchien ist bei Dactylethra, wo sie ganz unregelmässig verzweigte und selbst durchlöcherte Platten bilden, ohne alle Aehnlichkeit mit Luftröhrenringen. Knorpelringe kommen an den Bronchien der verwandten Pipa vor. Die Luftröhre der Coecilien enthält schon regelmässige Knorpelringe. Bei den beschuppten Amphibien vergrössert sich die athmende Fläche durch Vermehrung der Zellen im Innern. Die Lungen der Vögel füllen nicht, wie bei den Säugethieren, den grössten Theil der Brusthöhle aus, sondern liegen im hintersten Theil derselben (an den Rippen sogar verwachsen), während Brusthöhle und Bauchhöhle noch nicht durch ein Zwerchfell geschieden sind. Auf der Oberfläche der Lungen befinden sich aber Oeffnungen, welche die Luft aus den Lungen weiter in grosse Zellen um den Herzbeutel her und zwischen den Eingeweiden des Unterleibes führen, so dass man durch die Luftröhre diese Zellen aufblasen kann. Durch Anfüllen der Zellen kann sich indess, wie Kohlrausch (*de avium saccorum aëriorum utilitate Gott.* 1832.) zeigt, der Vogel für den Zweck des Fliegens nicht leichter machen. Diese Zellen stehen sogar durch besondere Oeffnungen mit den hohlen Knochen in Verbindung, so dass die meisten Knochen (mit wenigen Ausnahmen) mit Luft gefüllt sind. Hierdurch ist der Körper des Vogels natürlich leichter, als wenn seine Knochen Mark enthielten. Wenn ein Vogel aus einer bedeutenden Höhe, wo die Luft sehr verdünnt ist, in dichtere Luft sich herabsenkt, so wird die Tension der Luft im Innern seines Körpers sich mit der Tension der Atmosphäre schnell ins Gleichgewicht setzen. Die Lungen der Vögel haben noch das Ausgezeichnete, dass ihre Luftröhrenzweige zuletzt kurze blinde, pfeifenartig neben einander liegende Röhren bilden, deren Wände eine zellige Structur haben. Beim Embryo der Vögel sind diese Röhren noch deutlicher und von einander mehr getrennt mit Endanschwellungen. Siehe Retzius, Froriep's *Not.* 749. Retzius bemerkt auch, dass die Röhrchen bei den Vögeln mit einander communiciren. Die Lungen des Menschen und der Säugethiere sind von jenen wesentlich verschieden gebaut, dass, wie Retzius bemerkt, die feinsten Luftröhrenzweige, ohne Cellulae parietales zu besitzen, in Cellulae terminales führen. Die Zellen communiciren nicht mit einander, sondern nur mit ihren zuführenden Luftröhrenzweigelchen. Nach Reisseisen (*de fabrica pulmonum. Berol.* 1822.) hat in der Lunge des Menschen jede Zelle noch ihre

kleine Arterie und Vene, zwischen denen die Capillargefässnetze. Letztere sind äusserst dicht, so dass die Zwischenräume fast kleiner sind als der Durchmesser der Capillargefässe. Eine Lungenzelle ist 20 mal im Durchmesser grösser als der Durchmesser eines Capillargefässes in den Wänden dieser Zelle. Da der Durchmesser der Lungenarterie $\frac{1}{6}$ kleiner als der Durchmesser der Aorta, der Durchmesser der ersten zu dem der zweiten wie 5 zu 6, so verhalten sich ihre Durchschnitte wie 25 zu 36, oder fast wie 2 zu 3. Verhielten sich die feinen Zweige der Lungenarterienäste zur Lungenarterie so, wie die feinen Zweige der Körperarterien zu der Aorta, so würden die Durchschnitte der Capillargefässe der Lungen $\frac{2}{3}$ des Raums einnehmen, den die Durchschnitte aller Capillargefässe des übrigen Körpers fassen. Diess ist aber sehr unwahrscheinlich, daher man annehmen muss, dass die Raumvermehrung bei der Verzweigung der Körperarterien in einem weit grössern Verhältnisse zunimmt als in den Lungenarterienästen. Das Athmen geschieht durch Contact der Luft und des Blutes, während dieses durch die unzähligen Capillargefässe der Lungenzellen vertheilt vorüber strömt, wobei die kleinsten Theilchen des Bluts der Einwirkung der Atmosphäre auf der ungeheuren Contactsfläche aller Lungenzellen ausgesetzt werden. Die Wechselwirkung geschieht durch die zarten Wände der Capillargefässe nach den Gesetzen, welche schon pag. 230—236 erläutert worden sind.

## *III. Capitel.* Vom Athmen des Menschen und der Thiere.

### 1. *Vom Athmen in der Luft.*

Die ersten genauen Versuche über das Athmen sind von Lavoisier und Seguin angestellt. Man fand, dass die ausgeathmete Luft mehr Kohlensäure und Wasser enthielt, dass der Gehalt an Sauerstoffgas darin geringer ist, als in der eingeathmeten Luft, und dass die Luft durch das Athmen etwas mehr Sauerstoffgas verliert, als Kohlensäure erzeugt wird. Weil nun ein Maass Sauerstoffgas, das durch Verbindung mit Kohlenstoff Kohlensäure erzeugt, wieder ein Maass Kohlensäuregas bildet, so schloss man, dass der grösste Theil des beim Athmen verschwindenden Sauerstoffgases durch Verbindung mit Kohlenstoff des Blutes in den Lungen Kohlensäure bilde, die frei werde, und der übrige Theil des beim Athmen verschwindenden Sauerstoffgases durch Verbindung mit Wasserstoff des Blutes das ausgeathmete dunstförmige Wasser bilde. Die Menge des durch die Lungen ausgeschiedenen Wassers beträgt bei einem Erwachsenen in 24 Stunden nach dem Mittel der Beobachtungen von Lavoisier, Menzies, Abernethy, Thomson und Hales 7963 Gran. Vergl. den Artikel *Ausdünstung* im 2. *Buch.* 4. *Abschn.* 7. *Cap.* Dieses Wasser enthält etwas thierische Materie. Gmelin *Chemie* 4. 1524.

H. Davy athmete fast eine Minute lang (19 Respirationen) 161 Kubikzoll Luft, welche 117 C. Z. Stickgas, 42,4 C. Z. Sauerstoffgas, 1,6 C. Z. kohlensaures Gas enthielten. Hernach enthielt

die Luft 111,6 C. Z. Stickgas, 23,0 C. Z. Sauerstoffgas, 17,4 C. Z. kohlensaures Gas. Gilb. *Ann.* 19. 307. In einer Minute wurden also 15,8 C. Z. kohlensaures Gas ausgeschieden. Allen und Pepys haben eine sehr musterhafte Untersuchung des Athmens angestellt. *Phil. Transact.* 1808. 1809. Schweigg. *J. B.* 1. und Meck. *Arch.* 3. 233.

Einathmungen und Ausathmungen geschahen aus und in verschiedene Gasometer. Der 13. Versuch ist von besonderem Interesse. Ein Wassergasometer war das Reservoir der atmosphärischen Luft, welche eingeathmet wurde, Quecksilbergasometer dienten zum Auffangen der ausgeathmeten Luft. Nachdem 11 Quecksilbergasometer mit ausgeathmeter Luft angefüllt waren, fuhr der Athmende so lange fort in dem zwölften zu athmen, bis das Wassergasometer wieder mit frischer Luft gefüllt war. Dann wurden wieder 11 Quecksilbergasometer und später eben so zum drittenmal mit ausgeathmeter Luft gefüllt. Der Versuch dauerte 24½ Min. Die während dieser Zeit eingeathmete Luft betrug 9899, die ausgeathmete 9872 C. Z. Hundert Theile der ausgeathmeten Luft gaben bei der Prüfung 8 Theile Kohlensäure, 13 Sauerstoff, 79 Stickstoff. Hiernach beträgt die ganze Menge der in 24½ Minuten erzeugten Kohlensäure 789,76 C. Z., oder für die Minute 32 C. Z. engl.

Als in dem 14. Versuch 300 C. Z. atmosphärische Luft 3 Minuten lang geathmet worden, betrug die Kohlensäure doch nur 9,5 in 100 Theilen Luft. Häufige Wiederholung der Versuche ergab, dass die eingeathmete Luft mit 0,08 bis 0,085 proc. Kohlensäure beladen ausgeathmet wird, und dass, wenn man das Einathmen derselben Luft so oft als möglich wiederholt, die Menge der erzeugten Kohlensäure nicht über 0,10 in 100 Th. der ganzen Luftmasse beträgt. Während im 13ten Versuch bei 24½ Minuten langem Athmen frischer Luft 789,76 C. Z. oder in der Minute 32 C. Z. Kohlensäure ausgeathmet wurden, wurde (Versuch 14) bei 3 Minuten langem Athmen derselben 300 C. Z. Luft nur $3 \times 9{,}5 = 28{,}5$ C. Z. oder in einer Minute 9,5 C. Z. Kohlensäure gebildet und ausgeathmet. Im Versuch 13 waren in einer Minute $\frac{9890}{24{,}5} = 403$ C. Z. frische atmosphärische Luft durch die Lungen gegangen, im Versuch 14 in einer Minute nur $\frac{300}{3} = 100$ C. Z., also war im Versuch 13 in 1 Minute circa 4 mal mehr frische Luft durch die Lungen gegangen, als im Versuch 14, und dafür auch 3,3 mal mehr Kohlensäure als im Versuch 14 gebildet worden.

Allen und Pepys nehmen als Mittel ihrer Beobachtungen Versuch 11 an, wo während 11 Minuten 302 C. Z. engl. (250 franz. C. Z.) Kohlensäure ausgeathmet wurden, was 22,7 franz. C. Z. Kohlensäure auf die Minute beträgt. Sie fanden ferner, dass der Mensch beim Athmen in Sauerstoffgas mehr Kohlensäure als in atmosphärischer Luft erzeuge. So wurden beim Athmen von Sauerstoffgas im Versuch 17 auf 100 Theile Sauerstoffgas 12,0 Kohlensäure erzeugt. Hierbei wurde eine beträchtliche Menge Stickgas entwickelt. Beim mehrmaligen Ein- und Ausathmen derselben atmosph. Luft fanden sie weniger kohlensaures Gas

vor, als Sauerstoff verschwunden war, z. B. 86 Stickgas, 4 Sauerstoffgas, 10 kohlens. Gas, da doch 17 Sauerstoffgas verschwunden waren. Diess erklären sie dadurch, dass vom Blut ein Theil des kohlensauren Gases zurückgehalten wurde.

Bei ihren Versuchen mit Meerschweinchen (Meck. *Archiv* 3. 233.) fanden Allen und Pepys, dass beim Athmen von atmosphärischer Luft ein Volum Sauerstoffgas durch ein Volum Kohlensäure ersetzt werde. Beim Athmen von reinem Sauerstoffgas wurde etwas mehr Sauerstoffgas absorbirt als Kohlensäure erzeugt, und durch eine entsprechende Menge Stickgas ersetzt, ebenso beim Athmen eines Gemisches von Wasserstoffgas und Sauerstoffgas, in dem Verhältnisse wie Stickgas und Sauerstoffgas in der atmosphärischen Luft.

Bei einem 20 Jahre später angestellten Versuch mit Tauben, fanden sie, dass in reinem Sauerstoffgas mehr von diesem absorbirt werde, als zur Bildung der ausgeathmeten Kohlensäure verwandt wird.

Dulong (Schweigg. *Journ.* 38. 505.) brachte die Thiere in einen Apparat, zu und von dem beständig Luft zu- und abgeleitet werden konnte, so dass die Veränderungen der Luft quantitativ bestimmt werden konnten. Vergl. den von Allen und Pepys angewandten Apparat (Meck. *Archiv* 3. *Tab.* 5.). Dulong fand, dass alle Thiere, fleisch- und pflanzenfressende, Säugethiere und Vögel, mehr Sauerstoffgas verschwinden machten, als Kohlensäure an dessen Stelle trat. Bei den pflanzenfressenden Thieren betrug die Menge des nicht durch Kohlensäuregas ersetzten Sauerstoffgases im Durchschnitt $\frac{1}{10}$ derjenigen Menge, die durch Kohlensäuregas ersetzt war, bei den Fleischfressern dagegen $\frac{1}{5}$—$\frac{1}{2}$. Aehnliche Resultate, nämlich einen Verlust von Sauerstoffgas, fand Despretz in seinen schon bei dem Artikel von der thierischen Wärme pag. 81. erwähnten Versuchen. Das erzeugte Kohlensäuregas betrug $\frac{2}{3}$—$\frac{3}{4}$ vom verschwundenen Sauerstoffgas.

Nach Davy, Pfaff, Berthollet, Allen und Pepys zeigt sich die atmosphärische Luft nach einmaligem Ein- und Ausathmen dem Umfange nach vermindert. Nach Allen und Pepys wäre diese Verminderung, die sie nur $\frac{1}{122}$ fanden, von zufälligen Umständen abzuleiten (?). Wird dieselbe Luftmenge wiederholt ein- und ausgeathmet, bis sie nicht mehr vertragen wird, so zeigt sie eine deutliche Volumsverminderung, nach dem Mittel der Beobachtungen von Lavoisier, Goodwyn, Davy, Allen und Pepys, Pfaff $\frac{1}{24}$. Gmelin's *Chemie* 4. 1525.

Gmelin hat die Resultate der verschiedenen Analysen von Davy, Berthollet, Allen und Pepys, Menzies, Prout zusammengestellt. Zieht man aus diesen Resultaten das Mittel, so ergiebt sich, dass 100 Theile einmal eingeathmete Luft nach dem Ausathmen 5,82 kohlensaures Gas enthalten. Nach Prout's Versuchen (Meckel's *Archiv* 2. 145. Schweigg. *Journ.* 15. 47.) ist die Menge der ausgeathmeten Kohlensäure am grössten zwischen 11 Uhr Morgens und 1 Uhr Mittags, das Minimum dagegen von 8½ Uhr Abends bis 3½ Uhr Morgens. Wenn die Menge der gebildeten Kohlensäure aus irgend einem Grunde vermehrt wird,

so sinkt sie nachher in demselben Maasse unter den einer gewissen Periode angemessenen Grad herab. Die Menge der gebildeten Kohlensäure nimmt bei demselben Menschen ab in deprimirenden Leidenschaften, nach heftigen Bewegungen, beim Genuss von weingeistigen Flüssigkeiten, von Thee, bei vegetabilischer Nahrung und nach längerem Gebrauch von Quecksilber. Dagegen wird die relative Menge der durch das Athmen gebildeten Kohlensäure durch einen niedern Barometerstand vermehrt. Wegen Krankheiten siehe Nysten a. a. O.

Berechnet man die Menge des durch das Athmen entstehenden Kohlensäuregases auf 24 Stunden, so beträgt diess nach Lavoisier und Seguin 14930 C. Z. oder 8534 Gran franz., nach Davy 31680 C. Z. engl. oder 17811 Gr. engl., nach Allen und Pepys 39600 C. Z. oder 18612 Gran engl. Diess beträgt an auf Kohlensäurebildung verwandtem, und also aus dem Blut weggegangenem Kohlenstoff nach Lavoisier 2820 Gran franz., nach Davy 4853 Gran engl., nach Allen und Pepys 5148 Gr. engl. Nach Berzelius Bemerkung sind diese Resultate indess offenbar viel zu gross. Denn da die feste Nahrung an $\frac{3}{4}$ ihres Gewichtes Wasser und das andere $\frac{1}{4}$ selten mehr als sein halbes Gewicht Kohlenstoff enthält, so wären schon $0\frac{1}{4}$ Pfund fester Nahrung nöthig, um die Quantität Kohlenstoff zu ersetzen, die in 24 Stunden durch das Athmen ausgeschieden wird, abgesehen von anderen Excretionen.

Ueber das Athmen der Frösche habe ich mehrere Versuche angestellt. Die Frösche wurden bei zusammengepressten Lungen und Kehle in einen mit Quecksilber gesperrten graduirten Cylinder gebracht, und die Quantität der erzeugten Kohlensäure durch eingebrachtes Kali causticum an der Absorption des Gases gemessen.

1) Ein Frosch von 440 Gran Gewicht bildete in 6 Stunden in einem Cylinder von 10 C. Z. atmosphärischer Luft $\frac{2}{3}$ C. Z. Kohlensäure.

2) Ein Frosch von 655 Gran bildete in 8 C. Z. atmosph. Luft $1\frac{1}{4}$ C. Z. Kohlensäure in 12 Stunden, bei 27 Z. $9\frac{1}{2}$ L. Luftdruck und 10° R.

3) Ein sehr grosser Frosch von 1260 Gran bildete in $16\frac{5}{6}$ C. Z. atmosph. Luft in 14 Stunden 2 C. Z. Kohlensäure bei 27 Z. 7 L. Luftdruck und 6° R. Diess beträgt, auf 28″ Barometerstand und 15° R. Temperatur und 6 Stunden Athmen reducirt:

Im ersten Versuch auf 440 Gran Thier in 6 Stunden 0,66, im zweiten Versuch auf 655 Gran Thier in 6 Stunden 0,63, im dritten Versuch auf 1260 Gran Thier in 6 Stunden 0,88 C. Z. Kohlensäure.

Ich habe diess wieder auf 100 Gran Thier und 100 Min. Athmen reducirt, und mit Versuchen von Treviranus (*Zeitschrift für Physiologie.* 4. 1. *p.* 23.) an Kröten und Fröschen zusammengestellt, wobei Treviranus die Luftmenge auf 15° R. Temp. und 28″ Luftdruck berechnet und auf 100 Gran Thier und 100 Minuten Athmen reducirt hatte.

| Arten der Thiere. | Beobachter. | P. C. Z. Kohlens. für 100 Gr. Thier und 100 Min. Athmen. |
|---|---|---|
| Bufo cinereus A. . . | TREVIRANUS | 0,02 |
| Bufo cinereus B. . . | TREVIRANUS | 0,03 |
| Rana temporaria A. . | TREVIRANUS | 0,10 |
| Rana temporaria B. . | TREVIRANUS | 0,14 |
| Frosch A. . . . . . . | MÜLLER | 0,041 |
| Frosch B. . . . . . . | MÜLLER | 0,027 |
| Frosch C. . . . . . . | MÜLLER | 0,019 |
| Mittel . . . . . . . . | | 0,039 |

Es folgt als Mittel von 7 Beobachtungen, dass 100 Gran Kröte oder Frosch in 100 Minuten 0,04 Kohlensäure durch Athmen bilden. Nach EDWARD's (*influence des agens physiques sur la vie. Paris* 1824. *p.* 648.) bildete ein Frosch Kohlensäure in 24 Stunden einmal 5,24 Centil. bei 27° C. = 2,55 P. C. Z. bei 15° R.; ein andermal, 2,57 Centil. bei 18° C. = 1,30 C. Z. bei 15° R.; ein andermal 2,44 Centil. bei 11° C. = 1,25 C. Z. bei 15° R. Diess macht in 6 Stunden 0,63 C. Z. 0,32 C. Z. 0,31 C. Z. Diess mit den 3 Beobachtungen von mir zusammengestellt, giebt für 6 Stunden folgende Quantitäten Kohlensäure:

0,66 C. Z.
0,63 »
0,88 »
0,63 »
0,32 »
0,31 »
Mittel 0,57 C. Z.

TREVIRANUS Versuche an 2 jungen Fröschen lasse ich ausser der Berechnung. Also bildet ein erwachsener Frosch in 6 Stunden etwas mehr als ½ C. Z. Kohlensäure.

TREVIRANUS hat die Resultate einer ganz vortrefflichen Arbeit über das Athmen der niederen Thiere auf gleiche Verhältnisse, nämlich auch auf 15° R. und 28″ Luftdruck, 100 Gran Thier und 100 Minuten Athmen reducirt, wodurch man eine sehr interessante Zusammenstellung gewinnt. Hieraus geht nun hervor, dass die wirbellosen Thiere, Insecten und Mollusken und Würmer, im Verhältniss zu ihrer Masse, nicht weniger Kohlensäure bilden, als die Amphibien. TREVIRANUS hat auch die an Säugethieren und Vögeln von anderen Beobachtern angestellten Versuche auf 100 Gran Thier und 100 Minuten Athmen berechnet, woraus folgende Tabelle entstanden ist.

| Thiere. | Beobachter. | Excernirtes kohlens. Gas. | Absorbirtes Sauerstoffgas. |
|---|---|---|---|
| Meerschweinchen | Berthollet | 0,42 C. Z. | 0,67 C. Z. |
| — | Allen u. Pepys | 0,60 | 0,74 |
| — | Despretz | 0,47 | 0,68 |
| Kaninchen . . . | Berthollet | 0,44 | 0,60 |
| Katze . . . . . | Despretz | 0,66 | 0,98 |
| Taube . . . . . | Despretz | 0,99 | 1,58 |
| — | Allen u. Pepys | 0,96 | 1,14 |

Zieht man aus diesen Daten das Mittel, so bilden 100 Gran Säugethier in 100 Minuten 0,52 C. Z. Kohlensäuregas, 100 Vogel in 100 Min. 0,97 C. Z. Kohlensäuregas. Da nun 100 Gran Kröte oder Frosch in 100 Minuten 0,05 C. Z. Kohlensäuregas bilden, so bildet ein Gewichtstheil eines kaltblütigen Thiers, und zwar Amphibiums, in gleicher Zeit 10 mal weniger Kohlensäuregas, als ein gleicher Gewichtstheil Säugethier, und 19 mal weniger Kohlensäuregas, als ein gleicher Gewichtstheil Vogel. Bei Insecten hat Treviranus in den meisten Fällen sogar eine eben so starke Kohlensäurebildung gefunden, als sie bei Säugethieren stattfindet, obgleich sie in einigen Fällen sich den Verhältnissen der Amphibien nähert. Treviranus erklärt die Kaltblütigkeit dieser Thiere trotz ihrer starken Kohlensäurebildung aus der bei ihnen stattfindenden Aushauchung von Stickgas, wobei Wärme wieder latent werde.

Wenn man diese Menge bei Insecten auch für allzu gross hält, und diese Thiere wegen der Kleinheit und Trüglichkeit der Resultate ausser der Berechnung lässt, wenn man bloss die Amphibien mit Säugethieren vergleicht, so kann man doch mit einiger Wahrscheinlichkeit die Temperatur der Säugethiere und die Kaltblütigkeit der Amphibien nicht davon ableiten, dass ein Gewichtstheil eines Frosches in einer Zeit 10 mal weniger Kohlensäure bildet, als ein gleicher Gewichtstheil Säugethier. Vgl. p. 81.

Es scheint nach den mehrsten Beobachtungen unzweifelhaft, dass beim Athmen weniger Kohlensäure gebildet wird, als Sauerstoffgas verschwindet. Nur Allen und Pepys hatten diess beim Athmen in atmosphärischer Luft nicht beobachtet. Indessen haben sie die geathmete Luft für kohlensäurefrei genommen, was sogleich schon einen bedeutenden Unterschied im Resultate macht. Nach Treviranus Versuchen an niederen Thieren ist die Erzeugung des kohlensauren Gases abhängig von der Temperatur des Mediums. Eine Honigbiene excernirte beinahe 3 mal so viel Kohlensäure bei 22° als bei $11\frac{1}{2}$°. Im Allgemeinen athmeten die Thiere in freier Luft weniger Kohlensäure aus, als sie Sauerstoffgas absorbiren. Die kaltblütigen Thiere sollen oft 3 mal so viel Sauerstoffgas verzehren, als sie Kohlensäure bilden.

Mollusken verzehren aber nicht allein alles Sauerstoffgas einer Luft, sondern fahren nach dieser Absorption noch fort Kohlensäure auszuhauchen. Allgemein wurde in Treviranus Unter-

suchungen Stickgas ausgeschieden, in einigen Versuchen selbst mehr als Kohlensäuregas.

Bei den höheren Thieren hat man zuweilen eine Absorption von Stickgas der Atmosphäre, zuweilen Aushauchung von Stickgas beobachtet.

1) H. Davy (Gilb. *Ann.* 19. 298.) glaubte beobachtet zu haben, dass beim Athmen Verminderung des Stickstoffgehaltes der Atmosphäre stattfinde, welche nach Davy $\frac{1}{17}$ des absorbirten Sauerstoffgases, und in 24 Stunden 2246 Gran engl. betragen soll. Auch Pfaff (Gehlers *Journ. der Chemie.* 5. 103.) hat eine Verminderung des Stickgases von $\frac{1}{80}$—$\frac{1}{107}$ der eingeathmeten Luft beobachtet. Gmelin's *Chemie.* 4. 1524.

2) Andere, wie Allen und Pepys, bemerkten weder eine Vermehrung noch Verminderung des Stickgases beim Athmen der atmosphärischen Luft.

3) Mehrere Beobachter haben beim Athmen in atmosphärischer Luft Vermehrung des Stickstoffgehaltes der Luft beobachtet, wie Berthollet, Nysten, Dulong und Despretz. Am entscheidensten erscheint diess Resultat in Despretz Versuchen, der die Aushauchung von Stickgas gewöhnlich, aber bei Pflanzenfressern stärker als bei Fleischfressern fand. Diess Letztere ist deswegen unerklärlich, weil die Pflanzenfresser stickstoffärmere Nahrung als die Fleischfresser geniessen. Despretz fand, dass die Aushauchung von Stickgas $\frac{1}{7}$—$\frac{1}{7}$ von demjenigen Sauerstoffgas ausmacht, welches beim Athmen verschwindet, ohne auf Kohlensäure verwandt zu werden. Am entscheidendsten liesse sich die Aushauchung von Stickgas in einer Luft ermitteln, die kein Stickgas enthält. So fanden Allen und Pepys allerdings, dass Meerschweinchen, die in Sauerstoff oder einem Gemenge von Sauerstoffgas und Wasserstoffgas athmeten, Stickgas aushauchten. Diess Stickgas konnte nicht schon vorher in den Lungen gewesen seyn. Denn in Allen und Pepys Versuchen war die Menge des ausgehauchten Stickgases grösser als das Volum des athmenden Thiers. Aus diesen Versuchen scheint also hervorzugehen:

4) dass beim Athmen in atmosphärischer Luft Stickgas sowohl aus der Luft an das Blut treten, als Stickgas aus dem Blut frei werden kann, und dass man die Aushauchung des Stickgases deswegen nicht bemerkt, weil sie von der Absorption von Stickgas der Luft compensirt wird, und dass sie erst beim Athmen in stickstoffleerer Luft bemerklich wird. Edwards (*Ann. de chim. et de phys.* 22. 35.) erklärt aus der Ungleichheit der Aushauchung von Stickgas und der Aufnahme desselben die Ungleichheit in den Resultaten der Beobachter. Collard de Martigny (*J. d. physiol.* 1830.) fand eine Vermehrung des Stickstoffs beim Ausathmen, wie denn Collard auch eine Exhalation von Stickgas durch die Haut beobachtete. Da nun Stickgas, wie alle Gase, von den nassen thierischen Häuten und von der äussern Haut absorbirt wird, so nimmt Collard an, dass Absorption und zugleich Exhalation von Stickgas in den Lungen statt finde, dass letztere aber grösser sey. Berzelius (*Jahrb.* 4. 217.) widersetzt sich der Vorstellung

von gleichzeitiger Exhalation und Aufsaugung von Stickgas, weil sie ungereimt sey.

2) *Vom Athmen im Wasser.*

Was den zuletzt berührten Gegenstand noch verwickelter macht, ist, dass die Fische nach A. v. Humboldt und Provençal auch ziemlich viel Stickgas aus dem Wasser absorbiren. Sie liessen in 4000 Cubikcentimeter Wasser 8 Stunden 30 Min. athmen. Vor dem Athmen enthielten 2582 Th. dieses Wassers 524 Th., nach demselben 453 Th. Luft. Den Verlust von 71 Th. halten sie für Wirkung der Respiration, und berechnen das Maass des excernirten und absorbirten Gases nach dem Unterschiede dessen, was vor dem Athmen in den 524 und nach dem Athmen in den 453 Theilen enthalten war. In jenen fanden sie 155,9 Sauerstoffgas, 347,1 Stickgas, 21,0 kohlensaures Gas; in diesen 10,5 Sauerstoffgas, 289,3 Stickgas, 153 kohlensaures Gas. Hiernach wären beim Athmen 145,4 Sauerstoffgas nebst 57,6 Stickgas absorbirt und 132 kohlensaures Gas excernirt. Treviranus vermuthet indess, dass die nach dem Athmen fehlenden 71 Theile Luft mit verschlucktem Wasser in den Magen gekommen seyen. Indessen haben v. Humboldt und Provençal doch keinen Verlust von Wasserstoffgas beobachtet, als sie Fische in luftleerem, bloss mit Wasserstoff und Sauerstoff künstlich geschwängertem Wasser athmen liessen. Schweigg. *J.* 1. *p.* 111.

Man sieht übrigens aus den von Humboldt und Provençal angestellten Versuchen, dass auch die Fische mehr Sauerstoffgas absorbiren, als Kohlensäure ausathmen. Die Kohlensäure beträgt höchstens $\frac{4}{5}$ des verschwundenen Sauerstoffs und oft nur $\frac{1}{2}$ desselben.

Nach den Untersuchungen von Humboldt und Provençal befinden sich die Fische in den Flüssen in Rücksicht auf den Sauerstoffgehalt der umgebenden Flüssigkeit in der nämlichen Lage, wie ein in einem Gasgemeng, welches weniger als 0,01 Sauerstoff enthält, athmendes Thier. Denn die im Wasser aufgelöste Luft geht nie über 0,027 des Volums des Wassers, und 0,31 von der aufgelösten Luft sind reiner Sauerstoff. Nach Treviranus Reduction der Beobachtungen von Humboldt und Provençal bilden 100 Gr. Schleihe beim Athmen 0,01 C. Z. Kohlensäure, in 100 Minuten, während 100 Gran Säugethier, wie wir oben gesehen, 0,52 bilden, also circa 50 mal weniger in gleicher Zeit. Die Fische absorbiren nicht allein mit den Kiemen, sondern mit der ganzen Oberfläche Sauerstoffgas, wogegen sie Kohlensäure erzeugen. Diess geschieht im lufthaltigen Wasser, aber nicht in der freien Luft. Humboldt brachte den Kopf von Fischen in Halsbänder von Korkholz mit Wachsleinwand überzogen. Der Fisch wurde dann in ein cylindrisches Gefäss gebracht, so dass der Kork den Pfropf bildete, und Kopf und Kiemen nicht mit dem Seinewasser des Gefässes in Berührung waren. Die Fische lebten an 5 Stunden und veränderten das Wasser durch ihre Haut auf die bei dem Athmen gewöhnliche Art. Die Fische athmen mit den Kiemen, so lange sie nass sind, auch in freier Luft, und absorbiren nicht mehr und nicht weniger Sauerstoff, als in lufthaltigem Wasser.

So reducirte eine Schleihe in 19½ Stunden ein Gasvolumen von 133,9 Cub. Centimet. atmosphärischer Luft auf 122,9, und der Fisch hatte 0,52 Cub. Cent. Sauerstoffgas absorbirt. Hieraus ergiebt sich, dass das Athmen im Wasser sich weniger wesentlich vom Athmen in der Luft unterscheidet, als es auf den ersten Blick scheint. Zum Athmen in der Luft ist auch eine nasse innere Oberfläche der Lungen nöthig. Cobitis fossilis, der sich viel im Schlamm aufhält, verschluckt nach ERMAN Luft an der Oberfläche des Wassers, wonach die Luft im Darmkanal die beim Athmen gewöhnliche Veränderung erleidet, und die veränderte Luft durch den Darmkanal wieder entleert wird *).

Viele Thiere, welche durch Kiemen Wasser athmen, erzeugen durch die Kiemen merkwürdige Bewegungen in dem Wasser. Diese Bewegungen sind zuerst bei den Salamanderlarven von STEINBUCH (*Analecten zur Naturkunde. Fürth* 1802.) beschrieben und vollständig dargelegt, später von SHARPEY (FRORIEP's *Not. N.* 618.) weiter verfolgt, und an mehreren Thieren beobachtet wor-

*) Die Schwimmblase der Fische enthält zwar auch sauerstoffhaltige Luft, allein diese Luft dringt nicht von aussen herein, sondern wird von der innern Oberfläche des Organes selbst abgesondert. Die darin enthaltene Luft enthält bald mehr, bald weniger Sauerstoffgas oder Stickgas als die atmosphärische Luft. Sauerstoffarme Luft fand darin ERMAN bei Landseefischen. GILB. *Ann.* 30. 113. Dagegen fand BIOT (GILB. *Ann.* 26, 454.) bei Fischen, die in einer grossen Meerestiefe leben, in der Schwimmblase derselben eine Luft, die 69—87 proc. Sauerstoffgas enthielt, während das Meerwasser in der Tiefe nur 29 Sauerstoff u. 71 Stickstoff enthielt. Sonst ist der Luftgehalt bei derselben Fischart sehr veränderlich. Im Frühling und Sommer soll die Luft sauerstoffärmer als im Herbst seyn. Bisweilen fehlt das Sauerstoffgas gänzlich. Vergl. DELAROCHE SCHWEIGG. J. 1. 164. CONFIGLIACHI ebend. 137. Nach A. v. HUMBOLDT und PROVENÇAL ist das mittlere Resultat einer grossen Menge von Versuchen über die Luft in der Schwimmblase der Karpfen 0,071 Sauerstoff, 0,052 Kohlensäure, 0,877 Stickstoff. Fische, denen man die Schwimmblase extirpirt hatte, brachten beim Athmen nicht $\frac{1}{100}$ Kohlensäure hervor; obwohl sie viel Sauerstoff und Stickstoff absorbirten. Bei vielen Fischen communicirt die Schwimmblase durch einen Gang mit dem Schlunde, wie beim Karpfen. Die Oeffnung dieses Ganges ist zuweilen weit, beim Karpfen aber so eng, dass durch ihn keine Luft aufgenommen und vielleicht nur bei grosser Ausdehnung der Blase etwas ausgeschieden werden kann. Bei vielen Fischen fehlt diese Verbindung. Diese haben gewöhnlich ein rothes, gefässreiches, eigenthümliches Gewebe in den Wänden der Schwimmblase zur Absonderung der Luft, die auch in den Fischen mit Luftgang wahrscheinlich abgesondert wird; bei vielen Fischen fehlt die Schwimmblase ganz. Der Aal hat den Luftgang und jenes drüsige Gewebe. Bei den Sciaenen hat die Schwimmblase viele blinde hohle Fortsätze, die in einigen Arten verzweigt sind. CUVIER *hist. nat. des poiss. tab.* 138. 139. Bei mehreren Fischen der Gattungen Cyprinus, Cobitis, Sparus, Clupea existirt eine von E. H. WEBER entdeckte Verbindung der Schwimmblase mit dem Gehörorgan, wovon später. Wenn die Schwimmblase der Fische zerrissen ist, so verlieren sie nicht immer und nothwendig das Gleichgewicht, sie fallen nicht immer auf die Seite. Wahrscheinlich ist ihre Luft bestimmt von Zusammendrücken der Bauchwände und Ausdehnung das specifische Gewicht des Fisches zu ändern. Vergl. G. FISCHER *über die Schwimmblase der Fische. Lpz.* 1795. G. R. TREVIRANUS *vermischte Schriften.* 2. *Bd.* 156.

den. Steinbuch beschreibt die wunderbare Erscheinung an den Salamanderlarven folgendermaassen. Wenn man den Kreislauf durch die Kiemen unter dem Mikroskop beobachtet, so bemerkt man, dass kleine im Wasser schwimmende Körperchen von allen Seiten her schnell auf die Oberfläche der Kiemen zufahren und mit gleicher Geschwindigkeit plötzlich von dieser Oberfläche wieder abfahren. Der Beobachter findet in den Wegen dieser von allen Seiten her in gleichmässiger Dauer zu- und abströmenden, in tausend Winkeln sich durchkreuzenden und schneidenden Körperchen einen solchen Wirrwar, aus dem man sich kaum herausfinden mag. Jedes Körperchen im Wasser nähert sich anfangs langsam, dann immer schneller den Kiemen, und fährt meist in schiefer Richtung auf die Fläche eines Kiemenblättchens hin und dann eben so schnell wieder davon ab. Nach meinen Beobachtungen findet dieses Zurückfahren jedoch nicht immer sogleich statt, sondern die Körperchen, nachdem sie die Kieme erreicht, steigen zum Theil an einer Seite des Kiemenästchens eine Strecke herauf, auch wohl an der andern Seite herunter, und fahren dann wieder von der Kieme ab. Ich kann nicht bestimmen, ob sie in der Richtung der Kiemenarterie aufsteigen, in der Richtung der Kiemenvene absteigen. Merkwürdig ist nun, dass die abgeschnittenen Kiemenstücke noch dieselbe Anziehung und Abstossung auf die Wassertheilchen und damit zugleich auf die im Wasser schwebenden Partikelchen äussern. Steinbuch hatte diess schon gesehen. Sharpey hat es bestätigt und ich habe es auch gesehen. Das abgeschnittene Kiemenstückchen wird durch die Strömungen, die es in dem Wasser hervorruft, zugleich selbst mit bewegt, und beschreibt Kreise im Wasser, indem die Kiemenstückchen beständig mit den Enden der Kiemenblättchen voraus gerichtet sind. Diese Bewegungen abgeschnittener Stücke der Kiemen im Wasser durch die Strömungen, die sie im Wasser erregen, werfen Licht auf das beständige Drehen der Embryonen der Mollusken, im Ei, welches Leeuwenhoek und Carus beobachtet haben (*Nov. act. nat. cur.* 13. 253.) und welches ich selbst am Embryo von Limnaeus stagnalis gesehen habe. Vergl. E. H. Weber Meck. *Archiv* 1828. 418.

Sharpey fand, dass die äusseren Kiemen der Froschlarven in der ersten Zeit des Lebens nicht allein das beschriebene Phänomen zeigen, sondern dass fast die ganze Oberfläche des Larvenkörpers dasselbe Phänomen hervorbrachte. Eine allgemeine Strömung begann am vordern Theile des Kopfes, und setzte sich längs des Rückens, des Bauchs und der beiden Seiten bis zur Schwanzspitze fort. Das Vermögen Strömungen zu erregen, ist bloss auf die äussere Oberfläche der Haut beschränkt; wenn man Stücke von der Haut ablöste und in Wasser that, bewegten sich die Partikelchen im Wasser nach der äussern Oberfläche der Hautlappen hin. Theile, welche vom Thier abgelöst sind, erregen mehrere Stunden nach ihrer Trennung noch Strömungen, und bei der geringsten Portion ist diese Fähigkeit noch wahrzunehmen. Steinbuch sagt, dass, wenn man eine Froschlarve mitten entzwei der Länge nach spalte, so treffe man einen Punct, der

mitten im Kopfe zu liegen scheine, und welcher eben diese Fähigkeit habe, einzelne, im Wasser schwimmende Molecule anzuziehen. Sowohl nach Steinbuch als nach Sharpey zeigt sich an den späteren inneren Kiemen der Froschlarven keine Spur dieses Vermögens, eben so wenig an den Kiemen der Fische nach beiden. Zur Zeit wo die Froschlarven Extremitäten bekommen, verliert sich auch nach Sharpey das Vermögen der Körperoberfläche Strömungen zu erregen. Zur Zeit, wo die hinteren Extremitäten hervorsprossten, existirte die Strömung nur noch an der Schwanzwurzel, so wie an einer kleinen, an die Anfügestelle der Hinterbeine grenzenden Portion der Körperoberfläche. Sharpey hat die Strömung schon im Ei des Wassersalamanders beobachtet.

Sharpey hat Strömungen des Wassers auch an den Kiemen der Mollusken beobachtet. Bei der Miessmuschel, Mytilus edulis, streicht das Wasser am hintern Ende des Thiers ununterbrochen in die Kiemenhöhle ein, und unfern desselben Orts durch eine besondere Oeffnung wieder aus. Sharpey fand, dass an einem abgeschnittenen Stück Kieme längs deren Oberfläche eine ununterbrochene Strömung erregt wurde, und dass sich die Kieme nach der entgegengesetzten Richtung durch das Wasser bewegte. Die Hülfskiemen und die innere Oberfläche des Mantels brachten dieselbe Wirkung hervor. Pulver im Wasser wird längs der Oberfläche der Kiemen von der Basis bis zum Saume bewegt, worauf es gegen den vordern Theil des Thieres rückt. Bei den Mollusken entsteht die Strömung von den Bewegungen winziger Wimperhaare, welche auch an den Kiemen der Federbuschpolypen, wie schon Steinbuch beobachtete, dieselbe Strömung hervorbringen. Werden die Kiemen in süsses Wasser gebracht, so hören die Bewegungen der Wimperhaare, die Strömungen des Wassers augenblicklich auf. Bei einer Süsswassermuschel war die Strömung an der äussern Seite der äussern Kieme vom Rande nach der Basis gerichtet. Auch bei anderen Mollusken sah Sharpey Strömungen um die Kiemen. Die Amphitriten unter den Anneliden und die Actinien gehören ebenfalls hierher.

Die Strömungen, welche die letzten Thiere erregen, rühren von den Bewegungen ihrer Wimpern her. Purkinje und Valentin haben die Wimpern aber auch an den Salamanderkiemen, ja sogar die Wimperbewegungen in allen Schleimhäuten der Amphibien, Vögel, Säugethiere (mit Ausnahme der Schleimhaut des Darms, der Harnwerkzeuge und männlichen Geschlechtstheile) entdeckt. Mueller's *Archiv.* 1834. *p.* 391. 1835. 128. 159. Purkinje et Valentin *de phaenomeno generali et fundamentali motus vibratorii continui in membranis cum externis tum internis animalium plurimorum. Wratisl.* 1835.

3. *Vom Athmen der Thiereier.*

Die Embryonen der Batrachier, der Haien und Rochen, und des Schwertfisches besitzen selbst äussere Kiemen im Foetuszustande zum Athmen des Wassers, und das Drehen der Embryonen der Mollusken im Ei scheint zu beweisen, dass sie schon Strömungen durch die Thätigkeit ihrer Athemorgane erregen.

Mehrere Beobachtungen beweisen, dass die Eier der eierlegenden Thiere bei ihrer Entwickelung die Luft so verändern, wie erwachsene Thiere, und ohne atmosphärische Luft und lufthaltiges Wasser sich nicht entwickeln. So verdirbt der Embryo des Vogeleies, wenn das Ei mit einem Firniss oder Oel überzogen wird. Nach Michellotti's Versuchen mit Insecteneiern zersetzten diese während der Entwickelung die Luft, doch nur bei + 15° bis 20°, während sie unter 0 die Atmosphäre nicht verändern. In irrespirabeln Gasarten findet keine Entwickelung statt. Pfaff und Friedlaender *Französ. Ann.* 4. *H.* 48. Burmeister *Entomologie* 365. Vogeleier entwickelten sich im warmen Wasser nicht und eben so wenig nach Viborg's Versuchen in irrespirabeln Gasarten. *Abhandl. für Thierärzte und Oeconomen:* 4. 445. Dagegen will Erman (*Isis* 1818.) beim Bebrüten von Eiern in irrespirabeln Gasarten Entwickelung beobachtet haben. Schwann (*de necessitate aëris atmosph. ad evol. pulli in ovo. Berol.* 1834. Mueller's *Archiv.* 1835. *p.* 121.) hat dagegen mit sehr genauen Versuchen diejenigen von Viborg bestätigt. Er hat gezeigt, dass bei der Bebrütung von Hühnereiern in sauerstofffreien Gasarten zwar die Vergrösserung der Keimhaut, die Trennung in ein seröses und Schleimblatt, die Bildung der area pellucida vor sich gehen, aber weder das Blut noch der Embryo gebildet wird. Eier, welche 24 Stunden in Wasserstoffgas bebrütet waren, entwickelten sich bei Fortsetzung der Bebrütung in atmosph. Luft weiter, dagegen die 30 Stunden und darüber in Wasserstoffgas bebrüteten Eier sich in der atmosph. Luft nicht weiter entwickelten.

Da die atmosphärische Luft durch die Poren der Eischale freien Zutritt hat, so ist es fast unmöglich, dass nicht eine Wechselwirkung zwischen dem Blute in den Gefässen der Allantoisblase des Vogeleies und der Luft stattfinde, ja es scheint sogar der Hauptzweck der Allantoide zu seyn, eine Gefässentwickelung möglichst nahe an die Oberfläche zu bringen. In den Eiern der Vögel verdunstet beständig Wasser aus dem Eiweiss, mögen die Eier bebrütet werden oder nicht. Diese Ausdünstung scheint in beiden Fällen ziemlich gleich zu seyn, und durch diese Ausdünstung des Wassers vermindert sich das Volum des Eiweisses in beiden Fällen, und weicht, je älter ein Ei wird, immer mehr von dem stumpfen Theil der Eischale zurück. Hierdurch entsteht ein Raum, der durch die Poren der Schale mit atmosphärischer Luft gefüllt wird. Bischof fand in dieser Luft mehr Sauerstoffgas als in der atmosphärischen Luft, indem es in verschiedenen Eiern von 22 bis $24\frac{1}{4}$ proc. vom Volum der Luft variirte. Schweigg. *J. N. R.* 9. 446. Dulk fand in dieser Luft $25\frac{1}{4}$—$26\frac{3}{4}$ Sauerstoffgas, beim Bebrüten nahm der Sauerstoffgehalt bis auf 17,9 proc. ab, und es fanden sich dafür 6 proc. Kohlensäuregas. Schweigg. *J.* 1830. 1. 363. Berzelius *Jahresb.* 11. 336.

Die erste Entwickelung des Eies der Säugethiere ist nicht allein ohne atmosphärische Luft, sondern selbst vor der Verbindung des Eies mit dem Uterus der Mutter möglich, wenn das Ei noch bloss von den Secreten des Uterus umgeben ist. Die Eier der Säugethiere athmen im gewöhnlichen Sinn des Wortes nicht,

sondern dieser Process ist durch die Verbindung mit der Mutter ersetzt. Nach E. H. Weber's schönen Beobachtungen sind die Zotten der Placenta des Menschen, auf welchen die feinsten Zweigelchen der Nabelarterien in die feinsten Zweigelchen der Nabelvene übergehen, wie Quasten oder Franzen in die sehr dünnhäutigen venösen Sinus des Uterus der Mutter, welche zwischen den Läppchen der Placenta verlaufen, eingesenkt, und werden von dem Blute der Mutter umspült. Dagegen findet diese Umspülung bei den wiederkäuenden Thieren mit zerstreuten Placenten oder Cotyledonen nicht statt, sondern die Zotten der Cotyledonen stecken in scheidenartigen Vertiefungen des Uterus ganz lose inne, gleichsam wie Wurzeln im Boden. Diese Scheiden sind auf ihren Wänden bloss mit den Capillargefässen der mütterlichen Gefässe ausgekleidet, und es wird hier in diesen Scheiden wie auf der ganzen innern Fläche des Uterus eine weissliche Materie abgesondert. Eine Communication der Gefässhöhlen der Mutter und des Kindes findet übrigens hier so wenig wie beim Menschen statt.

Dass in der Placenta eine das Athmen der übrigen Thiereier ersetzende Function statt finde, ist wahrscheinlich aus der tödtlichen Folge, welche die Unterbrechung des Blutlaufs in den Nabelgefässen hat, ferner aus dem Umstand, dass eben das Athmen zur Entwickelung der übrigen Thiereier nöthig ist und durch die Allantoide geschieht, welche dieselben Gefässe erhält, wie das Chorion des Menschen und der Säugethiere, Vasa umbilicalia, und weil endlich in einer und derselben Thierclasse lebendig gebärende und eierlegende Thiergattungen zugleich vorkommen. So entwickeln sich die Eier der meisten Eidechsen und Schlangen in der Luft, die Eier der Lacerta crocea, der Blindschleiche und der Vipern im Eierleiter. Ja selbst in den Eiern der Eidechsen hat die Entwickelung des Embryo längst begonnen, wenn die Eier gelegt werden. Es scheint also, dass der Eierleiter, in dem die Eier der Vipern ohne nähere Verbindung mit der Mutter sich entwickeln, durch Absonderung eigenthümlicher Flüssigkeiten gleichsam das Athmen der übrigen Amphibieneier ersetze, und eben so scheint es bei den Säugethieren zu seyn. Hiefür spricht, dass die Eischalenhaut der Lacerta crocea und der Vipern ein zartes Häutchen ist, während sie bei den eierlegenden Eidechsen und Schlangen sehr fest ist. v. Baer, Meck. *Arch.* 1828. 573. Indess muss der Process, welcher bei den Säugethieren in der Placenta das Athmen ersetzt oder unnöthig macht, doch ganz eigenthümlicher Art seyn. Denn ein merklicher Unterschied der Farbe zwischen dem Blute der Nabelarterien und dem Blute der Nabelvene findet bei dem Menschen und den Säugethieren nicht statt. Wäre die Nabelvene der Athemvene, die Nabelarterien den Athemarterien (bei den Fröschen und Salamandern Aeste der Aorta) ganz zu vergleichen, so müsste das Blut der Nabelvene heller seyn als das der Nabelarterien, der Körperarterien überhaupt und der Körpervenen des Foetus. Einen solchen Unterschied haben Haller, Hunter und Osiander nie beobachtet. Autenrieth und Schuetz (*exp. circa calorem foetus et sanguinem. Tub.* 1795.) haben bei Kaninchen nie einen Unterschied der Farbe bemerken können.

Eben so wenig Emmert bei Meerschweinchen. Reil's *Arch.* 10. 122. Dagegen an den Gefässen des Chorions der Vögel nach Blumenbach und Emmert einiger Unterschied der Farbe statt finden soll. Freilich wollten Herissant und Diest (Haller *Disp. V. p.* 516. 526.) und Baudelocque (Bichat *anat. gén.* 2. 465.) einen Unterschied bemerkt haben. Bichat erklärt sich einmal dagegen, *l. c. p.* 343. Ein andermal sagt er, dass der Unterschied bei Meerschweinchen nicht gross sey, *l. c. p.* 465. Auch ich habe bei Kaninchen, Meerschweinchen und Katzenfoetus schon früher niemals einen Unterschied bemerken können. Und doch sind kleinere Thiere hier eben so gut, ja noch besser zu Beobachtungen geeignet, als grössere Thiere. Ich habe zwar auch zur selben Zeit, da ich als Studirender mich für jenen Gegenstand interessirte, einst bei Vivisection eines hochträchtigen Schaafes einen solchen Unterschied zu bemerken geglaubt, und andere Umstehende glaubten es auch, und Joerg will am Chorion des Pferdes einen Unterschied bemerkt haben. Joerg *die Zeugung. Leipz.* 1815. 273. Allein meine späteren Beobachtungen sind jener einen vom Schaaf nicht günstig, sondern stimmen mit den von mir an kleineren Thieren früher gemachten Erfahrungen. Da in Bonn viel weibliche Schaafe geschlachtet werden, so kann man in der ersten Winterhälfte jederzeit Eier von den Schaafen (selbst von Kühen) mit sammt dem Uterus erhalten und man erhält sie oft noch warm. Regelmässig wurden mir im Winter solche Früchte zu anatomischen Zwecken zugebracht, und nie habe ich wieder einen deutlichen Unterschied wahrnehmen können. Auch nach E. H. Weber (*Anat.* 4. 524.) findet kein Unterschied beider Blutarten beim Foetus statt, und die Geburtshelfer haben diesen auch nicht gesehen. Gleichwohl ist der Unterschied des Lungenvenenbluts von dem Körpervenenblut bei den Amphibien noch so deutlich, dass man beide Blutarten am linken und rechten Vorhof, ja selbst noch neben einander am Ventrikel an der Farbe unterscheidet. Bei den Fischen dagegen habe ich freilich bis jetzt noch keinen evidenten Unterschied des Blutes bemerkt, vielleicht weil sie in einem Medium athmen, welches nur 0,01 Sauerstoff enthält, während die Luft 0,21 enthält.

Das Blut der Nabelgefässe des Fötus färbt sich an der Luft hellroth, wie es Venenblut des Erwachsenen thut. Ich habe diess oft gesehen; vielleicht geschieht es ein wenig langsamer und weniger stark, was Fourcroy gesehen haben will. Das Blut der Nabelgefässe und des Fötus gerinnt weniger fest, wie schon Fourcroy sah und ich öfter beobachtet habe. Bei Vivisection eines hochträchtigen Schaafes gerann das in ansehnlicher Quantität gesammelte Nabelvenenblut langsamer als das Blut der Nabelarterien, wahrscheinlich, weil jenes zuerst gewonnen wurde. Ich habe auch schon früher gesehen, dass, als ich etwas Blut der Nabelgefässe eines Katzenfötus in ein mit Kohlensäureges gefülltes Gläschen fliessen liess, jenes dunkler, violett wurde. Dass diese Beobachtung richtig war, habe ich vor Kurzem am Blute eines Schaaffötus wieder gesehen. Auch hierin gleicht das Blut der Nabelgefässe dem Blute der Venen, das ebenfalls (nicht bloss Arterienblut) in

Kohlensäure noch dunkler wird. Wenn man etwas Blut der Nabelgefässe in einem Uhrgläschen der Luftpumpe aussetzt, so verändert es seine Farbe nicht, es wird weder heller noch dunkler, und wenn ich es in einem frühern Versuch ein wenig dunkler zu sehen glaubte, so war diess gewiss, wie ich aus neueren Versuchen schliesse, nicht richtig beobachtet.

Erhitzt man Blut des Erwachsenen allmählig in einem Gefässe mit Gasentwicklungsrohr bis 200° F. (74,6° R.), also zuletzt über die Gerinnungshitze des Eiweisses, so entwickelt sich keine Luft aus dem Blute, weder Sauerstoffgas, noch Kohlensäuregas, und die übergehende Luft ist nur die unveränderte atmosphärische, die im Gefäss und Gasentwickelungsrohr enthalten war. H. Davy muss sich bei einem frühzeitigen Versuch dieser Art getäuscht haben, als er eine Entwicklung von Luft bemerkt haben wollte, und viele Andere sind in dieselbe Täuschung verfallen. Als ich auf jene Art das bei Vivisection eines trächtigen Schaafes erhaltene Nabelvenenblut erhitzte, so konnte der Erfolg auch kein anderer seyn. Die übergehende Luft konnte nur die unveränderte des Gefässes seyn. Eben so beim Erhitzen der durch Zerschneidung der Nabelgefässe und Placenta von Katzenfötus in warmem Wasser erhaltenen wässerig blutigen Auflösung.

Davy wollte einmal bei einer Temp. von 108 bis 200° F. (33,7—74,6 R.), als er frisches Arterienblut des Kalbes in eine an einem Ende verschlossene Glasröhre that und in Blut von derselben Art umstürzte und sie dann dem Sonnenlicht aussetzte, Sauerstoffgas entwickelt haben. Beddoes *Contributions p.* 182. Als ich nun früher bei Vivisection einer trächtigen Katze das Blut der zerschnittenen Nabelgefässe in Wasser auffing, und die Placenta in diesem Wasser zerschnitt, mit der blutigen Flüssigkeit ein kurzes am Ende verschlossenes Glasröhrchen füllte, in derselben Flüssigkeit umstürzte und nun dem Lichte aussetzte, konnte ich keine Entwicklung von Gasbläschen beobachten. Vor einiger Zeit habe ich diess mit Nabelvenenblut des Schaaffötus so wiederholt, dass ich den Apparat so gelinde erwärmte und selbst dann keine Anhäufung von Gasbläschen in dem Ende des Glasröhrchens bemerkt. Aber selbst am Arterienblute des Erwachsenen lässt sich Davy's Versuch nicht mit jenem Erfolg wiederholen, und es muss bei Davy eine Täuschung, vielleicht von mechanisch beigemengten Gasbläschen statt gefunden haben. Aus Allem geht nun hervor, dass sich das Blut des Fötus, seiner Arterien wie Venen, der Nabelarterien und der Nabelvene gar nicht merklich von dem Venenblute des Erwachsenen unterscheidet. Das Blut, welches durch die Nabelvene aus der Placenta zum Fötus zurückkehrt, wird theils durch den Ductus venosus Arantii sogleich zum Körpervenenblute des Fötus in die Vena cava inf. geführt, theils gelangt es in die Pfortader, so dass es mit dem Pfortaderblute die Leber durchkreist, und nun erst zum übrigen Venenblute gelangt.

Einige haben behauptet, der Liquor amnii, wovon der Fötus umgeben ist, diene zum Athmen der Frucht durch die Haut, oder weil man Liquor amnii auch in die Luftröhre eingedrungen ge-

funden hat, zum Athmen durch die Lungen. Scheel *de liq. amnii nat. et usu. Hafn.* 1799. Leclarc und Geoffroy St. Hilaire haben dieses Athmen des Fötus angenommen. Ja, da Rathke bei dem Embryo der Wirbelthiere kiemenbogenartige Fortsätze am Halse entdeckt hat, so glaubten Andere, dass diese auch zum Athmen dienen könnten. Diese zarten Fortsätze mit Zwischenspalten können aber beim Vogelembryo nur in den ersten Tagen, z. B. am 3—4. Tag, wo ich sie gesehen, deutlich beobachtet werden, und sie sind nichts anders als ein allen Wirbelthieren gemeinsames Gerüst, auf dem sich bei den Fischen und einigen Amphibien, die als Larven oder später noch Kiemen haben, wirkliche Kiemenblättchen entwickeln, während diese Entwicklung bei den übrigen Thieren durchaus fehlt, und die Bogen in die Hörner des Zungenbeins umgewandelt werden. Vergl. oben pag. 286. Dass nun der Liquor amnii nicht zum Athmen dienen kann, geht schon aus den von mir in der Jugend angestellten Versuchen hervor, in welchen Fische in Liquor amnii der Kuh und des Schaafes bald starben und nicht länger als in Oel (40 Min.) lebten, während sie in derselben Quantität Rheinwasser sehr viel länger ausdauerten. Die Beobachtung von Lassaigne (*arch. gén. de méd.* 2. 308.), dass sich in dem Liquor amnii einer Sau Luft befand, welche sich hinsichtlich ihrer Zusammensetzung aus Oxygen und Azot sehr der atmosphärischen Luft näherte, kann nicht wohl richtig angestellt gewesen seyn, oder der Liquor amnii muss durch längeres Liegen des Eies, an der Atmosphäre oder durch Stehen des Liquor amnii an der Atmosphäre Luft absorbirt haben. Da ich mich unmöglich mit einigen früheren fehlerhaften Versuchen, aus welchen ich bereits auf den Mangel respirabler Luft in Liquor amnii schloss, befriedigen konnte, so habe ich mit Begierde die Gelegenheit ergriffen, diesen Gegenstand auf eine sorgfältige Weise zu ermitteln. Da man sich beim Erhitzen einer Flüssigkeit in einem Gefässe mit Gasentwicklungsrohr leicht bei Berechnung der in dem Gefässe vorhandenen Luft irren kann, so stellte ich den Versuch so an: Ich füllte ein anatomisches, 10 Zoll langes, $1\frac{1}{2}$ Zoll breites Glasgefäss von 17 Cubikzoll Inhalt, welches nach Cubikzoll graduirt worden, mit Liquor amnii des Schaafs, und stürzte es in einem Gefässe mit derselben Flüssigkeit um. Diess Gefäss machte ich mit warmem Wasser voll und erhitzte den ganzen Apparat bis zum Kochen in dem untern Theile der Flüssigkeit. Wenn sich hier eine Luftart in dem Liquor amnii der Glasröhre befand, so musste sie sich in dem obern Ende der Röhre ansammeln. Es entwickelte sich aber ausser dem sich wieder condensirenden und schnell verschwindenden Wassergas nur eine sehr kleine Menge Schaum, die noch nicht $\frac{1}{8}$ Cubikzoll Raum einnahm. So fand ich es auch in einem zweiten und dritten Versuch, und ich erhielt nicht mehr Luft, selbst als ich das Kochen lange fortsetzte. Prof. Bergemann war bei diesem Versuche gegenwärtig, und überzeugte sich, dass hierbei keine Luft entwickelt wird. In einem 4. Versuche erhielt ich wirklich ein wenig Luft, die auch nach dem Erkalten noch nicht verschwunden war, es war aber sehr wenig und betrug, als ich sie in eine ganz kleine

Eprouvette übergeleitet hatte, aus den 17 Cubikzoll liquor amnii nur $\frac{1}{8}$ Cubikzoll. Diese Luft verminderte sich weder von Kalkwasser, noch von Auflösung von Schwefelkali und enthielt daher sicherlich weder respirirte Luft, Kohlensäure, noch respirable Luft. Vergl. Weber *Anat.* 4. 491.

Von meinen früheren Versuchen ist noch anzuführen, dass Kaninchenfoetus von 4 Zoll Länge, aus dem Uterus der lebenden Mutter genommen, mochten sie mit geschlossenen oder geöffneten Eihüllen der Luftpumpe ausgesetzt werden, nach 15 Min. scheintodt waren, und beim Herausnehmen wieder sich bewegten. Diess beweist aber nichts in der Frage über das Athmen. Die Luftpumpe hebt hier bloss den Luftdruck auf.

## *IV. Capitel.* Von den Veränderungen des Blutes durch das Athmen.

(Nach eigenen Beobachtungen.)

Durch das Athmen wird das Blut hellroth, an der Oberfläche ebenso, wenn Venenblut an der Luft steht, und durch und durch hellroth, wenn Blut mit Sauerstoffgas geschüttelt wird. Hellroth wird das Blut auch bei Beimengung von Zucker, von Neutralsalzen, wie Salpeter, Glaubersalz, Salmiak, Kochsalz, kohlensaurem Kali. Kalilösung macht das Blut (wie ich sehe) braun, und es ist ein Irrthum, wenn in einigen Büchern das Gegentheil steht. In Ammoniakgas soll das Blut nach Thenard und Huenefeld kirschroth werden. Chlor macht das Blut braun, dann weiss, Säuren machen es braun, Kohlensäure aber dunkler roth, violett, zuletzt fast schwärzlich. Blausäure allein soll das Blut nach Wedemeyer heller roth machen (?). Nach Hertwich macht sie indess das Blut auch ganz dunkel. Froriep's *Not.* 759. Schwefelblausäure macht es nach Stevens dunkler. Kohlenoxydgas, Kohlenwasserstoffgas, Salpetergas machen das Blut nach Huenefeld violett, Stickstoffoxydulgas, Hydrogengas, nach Huenefeld purpurfarben oder rothbraun. Blut mit Hydrogengas geschüttelt, sah ich seine Farbe gar nicht verändern. Kohlenwasserstoffgas soll nach Berzelius dem schon etwas dunkeln Blute eine hellere Farbe mittheilen. Man sieht, dass das Blut äusserst empfindlich für vielerlei Stoffe in Hinsicht seiner Farbe ist. Der Halitus des Blutes scheint eine wichtige Materie des Blutes zu seyn. Man weiss aber nicht, dass er im Arterien- und Venenblute verschieden wäre.

Die specifische Schwere des arteriösen und venösen Blutes ist nach J. Davy fast gleich, 105,03 : 105,49. Vergl. Burdach *Physiol.* 4. 381. Nach ihm verhält sich die Wärmecapacität des erstern zu der des letztern wie 10,11 : 10,10.

Das Arterienblut ist nach J. Davy um 1—1½° Fahrenh. wärmer als das venöse Blut (vergl. pag. 80.), was Krimer und Scudamore bestätigen. Andere Beobachter hatten keinen Unterschied bemerkt. Burdach's *Physiol.* 4. 382. Nach Autenrieth, Mayer, Davy, Berthold und Blundell gerinnt das Arterienblut schneller als Venenblut, wovon Thakrah das Gegentheil beobachtet hat. Burdach's *Physiol.* 4. 382. Nach Mayer, Blainville und Denis

enthält das Venenblut etwas weniger Serum und mehr Kuchen. Das Arterienblut enthält nach Mayer mehr Faserstoff, und giebt ihn in dickern festen und glänzenden Bündeln, was schon Emmert sah, ab. Die grössere Menge des Faserstoffs im Arterienblut ist von Berthold und Denis (Burd. *Physiol.* 4. 382.) und von mir in einer Beobachtung bestätigt worden. Nach Denis verhalte sich der Gehalt von Faserstoff im venösen und arteriösen Blut beim Hunde wie 24 : 25, nach Berthold bei Ziegen wie 366 : 429, bei Katzen wie 474 : 521, bei Hammeln wie 475 : 566, bei Hunden wie 500 : 666. Nach meiner Beobachtung an der Ziege enthielt das Venenblut 0,395, das Arterienblut 0,483 Procent Faserstoff. Zieht man das Mittel aus diesen 6 Beobachtungen, so verhält sich der Faserstoff im Venen- und Arterienblute wie 24 : 29.

Die weichere Beschaffenheit des Faserstoffs im Venenblut, die schon Emmert beobachtete, könnte auf die Vermuthung führen, dass durch das Athmen der Faserstoff weiter ausgebildet werde. Indessen lässt sich die weichere Beschaffenheit auch aus der grössern Vertheilung der geringern Menge von Faserstoff in gleicher Quantität Blut ableiten. Die geringere Menge des Faserstoffs im Venenblute rührt auch wohl bloss von dem Verlust eines Theils des aufgelösten Faserstoffs in den Capillargefässen bei der Ernährung her, theils von der Abführung von aufgelöstem Faserstoff aus dem Gewebe der Organe durch die Lymphgefässe, eine Quantität Faserstoff, die erst wieder durch den Ductus thoracicus zum Venenblute gelangt. Dass aber das Athmen auf die Ausbildung des Faserstoffs dennoch einwirke, wird wahrscheinlich daraus, dass das Blut des Fötus viel weniger Faserstoff enthält, obgleich er mit Unrecht darin geläugnet wurde, und dass bei der Blausucht von Herzfehlern, wie Offenbleiben des Ductus Botalli oder des Foramen ovale im Septum atriorum (wegen geringerer Gerinnbarkeit des Blutes?) Neigung zu Blutungen beobachtet worden ist, obwohl die merkwürdige Neigung zum Verbluten aus kleinen Wunden von der Blausucht verschieden ist. Dass das venöse Blut weniger Cruor (Blutkörperchen) enthalte, wie Denis behauptet, halte ich für ganz hypothetisch. Wir besitzen kein Mittel, die Menge der Blutkörperchen in einer Blutart zu schätzen. Vergl. oben pag. 110. Denis *rech. exp. sur le sang humain. Paris* 1830.

Die widersprechenden Beobachtungen über die Wassermenge in beiden Blutarten hat Burdach (*Physiol.* 4. 383.) zusammengestellt.

Eine Vergleichung beider Blutarten auf ihre letzten Bestandtheile ist von Abildgaard und Michaelis angestellt worden. Nach Abildgaard sollte Venenblut um $\frac{1}{11}$ — $\frac{1}{10}$ weniger Nitrum zu alcalisiren vermögen, als Arterienblut. Pfaff, *Nord. Arch.* 1. 493. Michaelis hat beide Blutarten durch Verbrennung mit Kupferoxyd analysirt. Schweigg. *J.* 54. Er fand

| | Kohlenstoff | Stickstoff. | Wasserstoff | Sauerstoff. |
|---|---|---|---|---|
| im venös. Eiweiss | 52,650 | 15,505 | 7,359 | 24,484 |
| » arteriösen » | 53,009 | 15,562 | 6,993 | 24,436 |
| im venösen Cruor | 53,231 | 17,392 | 7,711 | 21,666 |
| » arteriösen » | 51,382 | 17,253 | 8,354 | 23,011 |
| im ven. Faserstoff | 50,440 | 17,207 | 8,228 | 24,065 |
| » arteriösen » | 51,374 | 17,587 | 7,254 | 23,785 |

Macaire und Marcet (*ann. d. chim. et phys. T.* 51. *p.* 382.) haben ähnliche Versuche mit ähnlichen Resultaten angestellt.

Hiernach scheint, dass der arteriose Cruor weniger Kohlenstoff enthält, als der venöse, was sehr gut mit der Ausscheidung von Kohlenstoff als Kohlensäure in den Lungen stimmen würde. Das Arterienblut enthielte mehr Sauerstoff, was für eine Aufnahme von Sauerstoff in das Blut beim Athmen zu sprechen scheint. Indessen liesse sich doch auf diese gefundenen Verhältnisse nur dann Werth legen, wenn sie durch wiederholte Analysen beständig gefunden werden. Denn sonst kann ein kleiner Unterschied in der Austrocknung der zu analysirenden Stoffe schon grosse Differenzen in den Resultaten erzeugen.

Das arteriöse Blut wird in den Capillargefässen des Körpers dunkelroth, das venöse Blut wird in den Capillargefässen der Lungen hellroth. Hört das Athmen auf, so fliesst dunkelrothes Blut von den Lungen. Wird aber nach Tödtung eines Thieres das Athmen künstlich unterhalten, so wird das Blut in den Lungen auch wieder hellroth. Die Durchschneidung der Nerven der Lungen (nervi vagi) hebt diesen Process nicht auf, das Blut röthet sich dann eben so gut noch in den Lungen, so wie das Blut selbst ausser dem Körper noch an der Luft seine Farbe ins Hellrothe verändert, und Sauerstoff in die Venen der Thiere eingespritzt das Venenblut hellroth macht.

Die Kenntniss der Ursachen dieser Veränderungen führt zur Theorie des Respirationsprocesses und zur Entscheidung der Frage: ob die beim Athmen entweichende Kohlensäure aus dem Blute bloss ausgehaucht wird, oder durch Verbindung von Kohlenstoff des Blutes mit Sauerstoff der Luft sich erst bildet.

a. Beobachtungen über das arterielle Blut.

1. *Das hellrothe, arterielle Blut wird unter der Luftpumpe nicht dunkler.* Beccaria und Rosa haben behauptet, dass das arterielle Blut unter der Luftpumpe dunkler werde. Siehe Nasse in Meck. *Archiv* 2. 207. Wie erstaunte ich, als ich diesen Versuch mit dem arteriösen Blute der Carotis einer Ziege wiederholte, und nun fand, dass es unter der Luftpumpe nicht im geringsten seine Farbe verändert und hellroth bleibt. Auch das an der Luft allmählig hellroth gewordene Venenblut wird unter der Luftpumpe nicht wieder dunkelroth.

2. *Arterienblut enthält kein locker gebundenes Sauerstoffgas, das man durch Erhitzung des Blutes darstellen könnte.* H. Davy beobachtete im Jahre 1799, dass 12 Unzen arterielles Kalbsblut

eine Stunde lang bei einer Temperatur von 96 — 108 — 200° F. erhitzt, 1,8 C. Z. Gas gaben, wovon 1,1 C. Z. kohlensaures Gas und 0,7 C. Z. Sauerstoffgas waren. Gilb. *Ann.* 12, 593. Berzelius zweifelt an der Richtigkeit dieser Beobachtung, welche unter die frühesten Erfahrungen von H. Davy gehörte. In der That, wenn Davy den Versuch so anstellte, dass er das Blut in einem Kolben mit Gasentwicklungsrohr, das atmosph. Luft enthielt, erhitzte, und die übergegangene Luft analysirte, so kann ein kleiner Fehler in der Messung bei der Analyse, die ohnehin mit dem unsichern Salpetergas-Eudiometer angestellt war, leicht jenes Resultat erklären. Dass sich aus Arterienblut kein Sauerstoffgas entwickeln lässt, hat kürzlich Collard de Martigny bewiesen. Er füllte eine Glasröhre von 35 — 36 Zoll Länge, die oben verschlossen und unten leicht gekrümmt war, mit Quecksilber, und liess in dem obern Theil derRöhre durch Aufstellen derselben in Quecksilber den leeren Raum des Barometers entstehen. An das offene Ende brachte er nun die art. cruralis eines Hundes, die er durchschnitten mit den Fingern zuhielt, und liess das Blut in dem Quecksilber der Röhre aufsteigen, so dass es einen Zoll hoch über dem Quecksilber stand. Nach $1\frac{1}{2}$ Stunden war das Quecksilber beträchtlich gefallen. Darauf wurde die in der barometrischen Leere entwickelte Luft in eine mit Quecksilber gefüllte und in Quecksilber aufgestellte Eprouvette geleitet. Die geringe Menge des Gases wurde darin ganz von Kali causticum absorbirt, enthielt also keinen Sauerstoff, sondern war Kohlensäure. Magend. *Journ. de physiol.* 1830. Zur Ermittelung dieses schwierigen Gegenstandes habe ich auch einen Versuch auf eine andere, sehr zuverlässige Art angestellt. Ich sammelte Arterienblut einer Ziege aus der Carotis. Diess Blut wurde geschlagen, um es flüssig zu erhalten. Beim Schlagen des arteriellen Blutes könnte zwar der etwa darin aufgelöst enthaltene Sauerstoff entweichen, allein das arterielle Blut bleibt beim Schlagen hellroth. Von diesem Blute wurde nun eine am einen Ende verschlossene weite Glasröhre von 12 C. Z. Inhalt gefüllt, und in einem sehr weiten hohen Glasgefäss, über dessen Boden Quecksilber stand, umgestürzt, so dass das Blut, durch Quecksilber abgesperrt, dem atmosphärischen Druck ausgesetzt war. Das äussere Gefäss wurde nun mit warmem Wasser gefüllt, und diess Wasser bei einer Temperatur von 50 — 52° R. mehrere Stunden erhalten. Hierbei entwickelten sich nur wenige Gasbläschen in der Röhre. Zum Ueberfluss wurde der Apparat zuletzt erhitzt, bis das Eiweiss des Blutes unten gerann, und die äussere Flüssigkeit kochte. Die kleine Menge Gas, die sich seit der ganzen Zeit in dem obersten Theile des Cylinders angesammelt hatte, betrug, als sie in eine ganz kleine Eprouvette übergeleitet worden, noch nicht $\frac{1}{16}$ C. Z. Also ein Volumtheil Blut hatte ungefähr $\frac{1}{2}$ Proc. Gas entwickelt, das wahrscheinlich nur mechanisch durch das Schlagen des Blutes sich beigemengt hatte. Als ich ein Stückchen Phosphor in die winzige Gasmenge der kleinen Eprouvette brachte, leuchtete dieses eine Zeitlang, es musste also wohl atmosphärische Luft seyn, da reines Sauerstoffgas ohne Stickgas nicht das Leuchten des Phos-

phors hervorbringt. Auch wurde nur $\frac{1}{4}$ oder $\frac{1}{5}$ der Gasmenge absorbirt, worauf das Leuchten aufhörte. Aus diesem Versuche kann man, glaube ich, mit Sicherheit schliessen, dass sich aus arteriellem Blute kein Sauerstoffgas durch Hitze entwickeln lässt.

Ich habe diesen Versuch mit 8 Unzen ungeschlagenen Arterienblutes des Menschen ebenso wiederholt, welches Prof. Wutzer aus der Art. temp. bei einer Augenentzündung liess und mir gütigst zustellte. Es entwickelte sich keine Spur von Gas.

Gleichwohl scheint sich sowohl beim Athmen als beim Röthen des Blutes an der Luft Sauerstoffgas mit den Blutkörperchen zu verbinden, aber wahrscheinlich auf eine so innige Art, dass es sich durch mässige Hitze nicht wieder davon trennen lässt. H. Davy (Gilb. *Ann.* 12. 592.) erzählt folgenden Versuch: Es wurde in eine Phiole von $12\frac{1}{2}$ C. Z., die mit sehr reinem Sauerstoffgas gefüllt war, der Blutstrom aus der Medianvene eines Mannes so eingelassen, dass keine äussere Luft mit hineindringen konnte. Das Blut wurde sogleich hellroth. Als sie halb voll war, wurde sie zugestopft, in Quecksilber von 90° F. getaucht, und eine halbe Stunde darin gelassen. Beim Herausziehen des Korkes stürzten schnell ungefähr 2 C. Z. Quecksilber in die Flasche. Es hatte also eine Gasverschluckung statt gefunden. Das rückständige Gas betrug $3\frac{1}{10}$ C. Z. Sauerstoffgas und $\frac{9}{10}$ C. Z. kohlensaures Gas.

b. Beobachtungen über das venöse Blut.

1. *Venenblut wird unter der Luftpumpe nicht heller.* Ich konnte an ganz frischem, noch flüssigem Venenblute des Menschen eben so wenig unter der Luftpumpe ein Hellerwerden, als an hellrothem Blute unter der Luftpumpe ein Dunkelrothwerden beobachten. Das Hellrothwerden des Blutes beim Athmen kann also nicht von Aushauchung der etwa im Blute vorhanden gewesenen Kohlensäure herrühren, sondern die hellrothe Farbe des Arterienblutes muss entweder von Entfernung eines Theiles von Kohlenstoff beim Athmen herrühren, der sich mit dem Sauerstoff der Atmosphäre zu entweichender Kohlensäure verbindet, oder es rührt wahrscheinlich von der Bindung eines Theils des Sauerstoffs mit den Blutkörperchen her.

2. *Auch das mit Kohlensäure künstlich imprägnirte Blut wird unter der Luftpumpe nicht heller roth.* Ich goss circa eine Unze von geschlagenem Ochsenblut, das eine halbe Stunde vorher beim Schlachten gesammelt war, in eine mit Kohlensäure gefüllte enghalsige Flasche, verschloss dieselbe möglichst dicht, und schüttelte das Blut, wobei es schnell ganz violett dunkelroth wurde, worauf ich ein Uhrgläschen voll dieses Blutes der Luftpumpe aussetzte, und keine Farbenveränderung bemerkte.

3. *Mit Kohlensäure künstlich imprägnirtes Blut wird an der Luft wieder etwas heller.* Diess habe ich bei derselben Gelegenheit beobachtet. Es scheint also ziemlich deutlich, dass das Hellrothwerden des Blutes an der Luft und beim Athmen nicht von der Entfernung von Kohlensäure aus dem Blute, sondern von der Einwirkung des Sauerstoffes herrührt.

4. *Mit Kohlensäure imprägnirtes, ganz dunkelviolettes Blut wird*

*von Sauerstoffgas wieder hellroth.* Ich hatte vorher zwei Flaschen, die eine mit Kohlensäure, die andere mit Sauerstoffgas gefüllt. In die Flasche mit Kohlensäure goss ich etwas Ochsenblut, schüttelte es, bis es ganz violett-dunkelroth geworden, und liess es einige Zeit stehen. Dann goss ich das auffallend dunkle Blut in die mit Sauerstoffgas gefüllte Flasche, die ich schnell verstopfte, und schüttelte das Blut mit dem Sauerstoffgas, in dem es sehr schnell wieder hellroth, fast so hellroth wie arterielles Blut wurde.

5. *Wenn Blut, das mit Kohlensäure künstlich imprägnirt ist, mit Sauerstoffgas geschüttelt wird, so enthält das Gas hierauf Kohlensäure.* Denn als ich nach dem Versuche Nr. 4. die Flasche in Wasser öffnete, und das Blut durch Verdünnung desselben mittelst Zugiessens von immer mehr Wasser zu entfernen suchte, die Flasche nun mit dem Finger unter dem Wasser schloss, und in einem Gefässe mit Kalkwasser umstülpte, entstand eine Trübung, während von dem Gas der Flasche etwas absorbirt wurde. Ob diese Kohlensäure die vorher dem Blute künstlich imprägnirte war, oder ob sie sich durch Verbindung von Kohlenstoff des Blutes mit dem Sauerstoffgas der Flasche gebildet hatte, will ich unentschieden lassen.

6. *Aus Venenblut lässt sich durch Erhitzung und durch die Luftpumpe keine Kohlensäure entwickeln.* H. Davy beobachtete die Ausscheidung von Kohlensäure aus dem Arterienblut, 12 C. Z. Blut sollten 1,1 C. Z. Kohlensäure enthalten haben. Davy füllte auch eine kleine Schaafblase mit Venenblut des Menschen, tauchte sie darauf in Wasser von 112° F., und fing das sich entbindende Gas im pneumatischen Apparate auf. Es bestand aus Kohlensäure und aus wässerigem Dunst. Gilb. *Ann.* 12. 594. Vogel fand, dass das Blut unter der Luftpumpe schäumend Gas entwickelte, und dass sich beim Hindurchleiten des Gases durch Kalkwasser ein wenig kohlensaurer Kalk bildete. Schweigg. *Journ.* 11. 401. Aehnliche Beobachtungen will Brande gemacht haben; er mittelte aus, dass in Arterien- und Venenblut Kohlensäure enthalten sey, und dass davon in einer Unze Blut 2 C. Z. enthalten seyen. *Ann. de chim. et de phys.* 10. 207. Home und Bauer bestätigten diess, indem Barytwasser mit Blut zugleich unter der Luftpumpe kohlensauren Baryt bildete. *Philos. Transact.* 1818. 172. Meckel's *Archiv* 5. 369. *Philos. Transact.* 1820. Zur Entscheidung der Frage, ob das Gas durch den Verdauungsprocess gebildet werde, wurde einem Manne, nachdem er gegessen und Porter getrunken, zur Ader gelassen. Das Blut entwickelte unter der Luftpumpe sehr viel kohlensaures Gas. Endlich hatte auch Scudamore (*an essay on the blood. Lond.* 1824.) Kohlensäure im Blute beobachtet. Reid Clanny fand neulich, dass in 16 Unzen Blut 1 C. Z. Kohlensäure enthalten sey. Behrend's *Rep. der med. J. Mai* 1832. Vergl. Mueller's *Archiv.* 1835. 120.

Um so befremdender war es, dass John Davy ganz das Gegentheil dieser Erfahrungen beobachtete, dass nämlich frisch gelassenes Blut keine Spur von Kohlensäuregas, weder im luftleeren Raum, noch beim Erhitzen bis zum Gerinnen in Destillationsgefässen abgiebt; dass das Blut vielmehr $\frac{1}{4}$ seines Volums Kohlen-

säuregas absorbirt (von Mitscherlich, Tiedemann und Gmelin bestätigt), welches dabei vom Alcali im Blute gebunden wird, so dass es selbst bei einer Temp. von 93° C. daraus nicht wieder zu erhalten ist. *Journ. de chim. méd.* 5. 246. *Jahresb.* von Berzelius. 10. 233. Froriep's *Not.* 21. 209. Tiedemann *Zeitschr. f. Physiol.* 5.

Seither sind neuere Versuche über den Kohlensäuregehalt des Blutes von Collard de Martigny angestellt worden. Magendie *Journ. de physiol.* 10. 126. Er brachte sowohl Arterien- als Venenblut in den luftleeren Raum des schon beschriebenen Barometerapparates, und wollte nun bei so kleinen Mengen Blut gefunden haben, dass es kohlensaures Gas ausdünste, wovon das Venenblut mehr enthalten soll, als das arterielle. Diesen Versuchen mit überaus kleinen Quantitäten Blut geht wohl aller Werth ab.

Neuerlich hat Dr. Strohmeyer abermals gezeigt, dass sich aus Blut weder mit der Luftpumpe, noch durch Erhitzen desselben Kohlensäure entwickelt. E. C. F. Strohmeyer *liberumne acidum sanguine continetur? Diss. inaug. Gotting.* 1831. Schweigg. *Journ.* 1831.

Bei diesem Widerstreit der Beobachtungen schien es mir durchaus nothwendig, mich durch eigene Erfahrungen von der Wahrheit zu überzeugen. Hr. Prof. Bergemann interessirte sich für diese Untersuchung, und wir machten sie gemeinschaftlich. Ich füllte einen Kolben fast ganz mit ganz frischem Schaafblute (circa 1 Pfund), so wie es beim Schlachten bei Durchschneidung der Halsgefässe gewonnen wurde, und verstopfte ihn sogleich. Das Laboratorium des Hrn. Prof. Bergemann befand sich ganz in der Nähe des Orts, wo das Blut gewonnen wurde, und es konnte das ganz frische Blut sogleich auf Kohlensäureentwicklung geprüft werden. Der Kolben wurde nun mit einem Gasentwicklungsrohr verbunden, und dieses mit der mit Quecksilber gefüllten Eprouvette des Quecksilberapparates in Verbindung gesetzt, darauf der Kolben im Wasserbade $3\frac{1}{2}$ Stunden lang anfangs bis 60°, später bis 70 und 74° R., 200° F., erhitzt. Die aus dem Gasentwicklungsrohr übergehende Luft wurde in der Eprouvette durch Kalkwasser auf Kohlensäure geprüft. Von $\frac{56}{32}$ C. Z., die aus dem Gasentwicklungsrohr übergegangen waren, sind $\frac{6}{32}$ C. Z. absorbirt, also noch nicht $\frac{1}{5}$ C. Z. Kohlensäure ausgeschieden worden, und es war fast nur die vorher im Gasentwicklungsrohr vorhandene Luft übergegangen. Jenes $\frac{1}{5}$ C. Z. Kohlensäure könnte sich wohl auch erst während des Versuchs durch Wirkung der im Rohr enthaltenen Luft auf das Blut gebildet haben. Diesen Versuch habe ich hernach mit Venenblut des Menschen wiederholt. Das volle Gefäss wurde sogleich verstopft und der Versuch nach der Abscheidung des Serums vorgenommen. Durch Kali caust. wurde nur $\frac{1}{9}$ C. Z. der übergangenen Luft absorbirt.

Auch habe ich bei wiederholtem Versuche mit der Luftpumpe kein Kohlensäuregas aus dem Blute, wie es beim Schlachten erhalten wird, entwickeln können.

Eben so wenig konnte ich aus Ochsenblut, wie es beim Schlachten erhalten wird, Kohlensäure entwickeln, als ich eine

mit *geschlagenem* Ochsenblut gefüllte Eprouvette in ein Glas voll Blut umstürzte, und diesen Apparat langsam, zuletzt bis zum Gerinnen des Eiweisses erhitzte. Hierbei entwickelte sich keine irgend merkliche Quantität Luft, sondern es sammelte sich nur ein ganz kleines Gasbläschen in dem obersten Theile der Röhre. Ich habe diesen Versuch noch einmal mit Schweineblut so angestellt, dass es geschlagen wurde, ohne mit der atmosphärischen Luft in Berührung zu kommen. Das Blut wurde nämlich in einem langen vollen verstopften Gefäss, worin sich ein Eisenstäbchen befand, gerüttelt, und das Gefäss darauf in einem Schälchen mit Quecksilber umgestürzt, und der Apparat in ein hohes Gefäss gestellt, das mit warmem Wasser gefüllt wurde. Das Wasser wurde mehrere Stunden lang bis 52° R. erhitzt, es entwickelte sich keine Luft bis auf ein ganz unbedeutendes Gasbläschen.

Die Untersuchungen von Mitscherlich, Gmelin und Tiedemann (*Zeitschr. für Physiol.* 5.) haben ähnliche Resultate geliefert. Es wurden an einem lebenden Hunde die A. und V. cruralis blossgelegt, in dieselben kleine metallene, mit einem Hahn versehene Röhren befestigt; aus diesen wurde das Blut in mit Quecksilber gefüllte und in Quecksilber umgestürzte Cylinder gelassen, nachdem man vorher so viel Blut ausfliessen liess, dass alle in der Verbindungsröhre enthaltene Luft ausgetrieben wurde. So wurde das Blut innerhalb des Cylinders, welcher halb damit gefüllt war, unter die Luftpumpe gebracht. Obgleich beim Auspumpen Blasen entstanden, wodurch das Quecksilber des Cylinders, welches um $1\frac{1}{2}$ Zoll höher stand als in der Schaale, um 1 Zoll herabsank, so zeigte sich doch beim allmähligen Zulassen von Luft unter die Glocke der Pumpe, dass die Blasen schnell verschwanden, dass sie also nicht aus einem Gase bestehen konnten und dass sie bloss ein mit Wasserdampf gefülltes Volumen waren. Beide Blutarten verhielten sich bei diesen Versuchen gleich.

7. *Blut, welches künstlich mit Kohlensäure imprägnirt ist, entwickelt auch kaum etwas Kohlensäure unter der Luftpumpe.* Das mit Kohlensäure versetzte Blut wurde zuerst wieder in ein offenes Gefäss ausgegossen, und dann in einer Flasche auf eine passende Art unter der Luftpumpe behandelt. Da sich das Kalkwasser nicht trübte, so kann ich auf ein schwaches Kalkhäutchen, das sich beim Herausnehmen des Apparats zeigte, keinen Werth legen. Das Blut war während des Auspumpens nicht heller geworden. Vergl. J. Davy oben p. 310.

8. Mit diesen Thatsachen stehen wieder Versuche von Hoffmann und Stevens in Widerspruch, nach welchen sich zwar durch die Luftleere und Wärme keine Kohlensäure aus dem Blute entwickeln lässt, wohl aber, wenn dasselbe mit einer andern Gasart, z. B. Wasserstoffgas, geschüttelt wird. Mueller's *Archiv.* 1835. 119. So wie diese Versuche angestellt scheinen, beweisen sie freilich nicht viel; denn wenn das zu solchen Versuchen angewandte Wasserstoffgas nicht erst, ehe es zum Blute gelangt, durch Auflösungen von Kali und Kalkwasser mehrmals hindurchgeleitet wird, so enthält es schon Kohlensäure.

9. *Blut, dunkelrothes, welches durch Beimengung von Salzen*

*hellroth wird, entwickelt dabei keine Kohlensäure.* Ich füllte eine Eprouvette mit *geschlagenem* Ochsenblut, setzte eine ansehnliche Quantität Salpeter hinzu, und stürzte die Eprouvette in einem Gefäss mit geschlagenem Ochsenblut um, und erhitzte den Apparat. Es entwickelte sich kein Gas.

Stevens (*observ. on the healthy and diseased properties of the blood. Lond.* 1832.) hat einige interessante Beobachtungen über den Antheil der Salze an der hellern Farbe des Bluts gemacht.

10. *Die rothe Farbe des Blutcoagulums wird im destillirten Wasser dunkler, und zwar schwärzlich.* Dass Blutcoagulum in destillirtem Wasser, welches die Salze auszieht, dunkel und von Salzlösung wieder heller roth wird, hat R. Froriep bestätigt. Froriep's *Not.* 759. Diese Färbung erfolgt auch im luftleeren Raum. Mueller's *Archiv.* 1835. 119. Hieraus schliesst Stevens, dass nicht das Oxygen der Atmosphäre, sondern dass das salzhaltige Serum das Blut hell färbe, daher sey bei Mangel der Salze im Blut, wie in der Cholera, im gelben Fieber, das Blut dunkler, röthe sich an der Luft nicht, wohl aber bei Zusatz von Salzen. Hieraus schliesst nun Stevens, dass die dunkle schwärzliche Farbe des Blutes die natürliche des Farbestoffs sey, und dass der Farbestoff der Blutkörperchen nur so lange roth sey, als er mit salzigen Theilen des Serums in Berührung ist. Daher könne sich Blutcoagulum, das in destillirtes Wasser getaucht worden, an der Luft nicht mehr hellroth färben, es färbe sich aber sogleich, wenn man es in eine Salzlösung tauche. Stevens hält die supponirte Kohlensäure im Venenblut für die Ursache der dunkeln Farbe dieses Blutes; sobald diese an der Atmosphäre oder beim Athmen aus dem Blute entfernt werde, werde das Blut von selbst und nicht durch den Sauerstoff hellroth. Wenn diess richtig wäre, so müsste Venenblut unter der Luftpumpe hellroth werden, was nicht der Fall ist. Ebenso müsste das dunkelrothe Blut auch in Wasserstoffgas hellroth werden, weil darin eben so gut Kohlensäure sich entwickeln kann, indem ja eine mit Wasserstoffgas gefüllte Blase Kohlensäuregas bis zum Zerplatzen anzieht. S. p. 232. Ohne die Nothwendigkeit der Salze im Blute zur Erzeugung der hellrothen Farbe zu leugnen, muss man doch gestehen, dass der Sauerstoff, wenn er auf die von salzigem Serum umgeb'nen Blutkörperchen wirkt, die Ursache zur hellern Färbung wird, ohne dass der Salzgehalt im Blute sich ändert.

11. *Blut mit atmosphärischer Luft geschüttelt, verwandelt einen Theil des Sauerstoffs derselben in Kohlensäure.* Berthollet (Schweigg. *Journ.* 1. 181.) liess geronnenes Blut mit atmosphärischer Luft in einem Manometer von 28,912 C. Decimeter 24 Stunden bei einer Temperatur von 24—25° C. stehen. Die Luft enthielt hernach 3,91 Kohlensäure in 100 Th., und es war eben so viel Sauerstoffgas verschwunden. Zwei andere Versuche ergaben etwas weniger.

J. Davy hatte seltsamer Weise die Farbenveränderung des Blutes von der atmosphärischen Luft in Zweifel gezogen, und behauptet, dass das Blut in Wasserstoffgas sich eben so verhalte. Diess ist aber bestimmt ein Irrthum. In Wasserstoffgas verändert das Blut seine Farbe durchaus nicht, und wenn dasselbe Blut dann

mit atmosphärischer Luft geschüttelt wird, wird es hellroth. Christison (Froriep's *Not.* 644.) hat die Kohlensäurebildung bei Berührung des Blutes mit atmosphärischer Luft neuerdings erwiesen. Eine mit Blut vollgefüllte Flasche, in welcher ein Stück Blei lag, wurde verstopft und geschüttelt, dass das Bleistück den Stab beim Schlagen des Blutes ersetzte, und das Blut flüssig erhalten wurde. Dieses flüssige Blut wurde in einer Flasche mit atmosphärischer Luft geschüttelt. Christison beobachtete hierbei jedesmal (bei 13 Versuchen) eine Volumverminderung der Luft. Zur Ermittelung der Kohlensäurebildung diente folgender Apparat, dessen ich mich auch bei dem später zu erwähnenden Versuche bediente. Die Flasche, worin die atmosphärische Luft und das Blut sich befanden, hatte 2 Oeffnungen, die mit einem Hahn versehen waren; mit der einen war die Gasentwicklungsröhre, die in die Eprouvette des Quecksilberapparates führte, mit der andern ein hoher Trichter verbunden. Nachdem Luft und Blut geschüttelt worden, wurde die Luft durch Zugiessen von Wasser durch den Triehter in das Gasentwicklungsrohr und in die Eprouvette getrieben. Temp. 44—52° F. Die Quantität der gebildeten Kohlensäure war immer kleiner als die des verschwundenen Sauerstoffs. Die Absorption des Sauerstoffes der Luft betrug 0,57 bis 1,4 C. Z. auf 10 C. Z. Blut. Die gebildete Kohlensäure betrug nie mehr als 0,25 C. Z.

Ich habe den Versuch von Christison kürzlich mit seinem Apparate wiederholt, mit dem Unterschiede, dass die Flasche ohne Hähne war, wobei der Trichter bis auf den Boden der Flasche reichte. Die Flasche hielt 17 C. Z., davon 10 C. Z. atmosph. Luft, und 7 C. Z. Schweineblut. Christison hatte das Blut zu kurze Zeit geschüttelt, ich schüttelte den Apparat sehr häufig innerhalb 6 Stunden. Nach 6 Stunden leitete ich durch Druck des im Trichter zugegossenen Wassers den grössten Theil der Luft bis auf den Schaum in 2 mit Quecksilber gefüllte Eprouvetten des Quecksilberapparates. In der Eprouvette A betrug die Absorption der Kohlensäure durch Kali caust. $\frac{1}{22}$ des Gases. Die Eprouvette A enthielt 3,7 C. Z. Gas. In 3,7 C. Z. waren also 0,17 C. Z. Kohlensäure gebildet. In der Eprouvette B betrug die Absorption $\frac{1}{17}$ des Gases. Die Eprouvette enthielt 4,7 C. Z. Gas. Darin waren also 0,28 C. Z. Kohlensäure; zusammen 0,45 C. Z. Kohlensäure in 3,7 + 4,7 C. Z. Diess macht auf die 10 C. Z. atmosph. Luft, die mit 7 C. Z. Blut geschüttelt wurden, $\frac{1}{2}$ C. Z. Kohlensäure.

12. Ich habe schon früher erwähnt, dass weder Sauerstoffgas noch Kohlensäuregas die Form der Blutkörperchen verändert. Denn als ich Froschblut mit diesen Gasen schüttelte, traten zwar die gewöhnlichen Farbenveränderungen ein, aber die darauf mikroskopisch untersuchten Körperchen zeigten sich unverändert. Letztere Versuche habe ich in Poggend. *Ann.* 1832. beschrieben, und dort auch angeführt, dass ich Kaltenbrunner's Angabe nicht bestätigt gefunden habe, dass die Blutkörperchen beim Uebergang aus den Arterien in die Venen sich etwas verändern sollen. Im Blute des linken Vorhofs der Frösche oder der Lungenvenen

sind die Blutkörperchen durchaus so, wie im Blute des rechten Vorhofs oder der Körpervenen.

### *V. Capitel.* Von dem chemischen Process des Athmens.

Es würde eine sehr falsche Vorstellung seyn, wenn man sich dächte, während des Einathmens dringe der Sauerstoff der eingeathmeten Luft durch die Capillargefässhäute in den Wänden der Lungenzellen bis zu dem Blute derselben ein, und beim Ausathmen werde Kohlensäure aus dem Blute durch die Gefässwände hindurch ausgehaucht. Die Aufnahme von Sauerstoff in das Blut, welches durch die Capillargefässe der Lungenzellenwände strömt, und die Aushauchung von Kohlensäure findet vielmehr beständig ohne Unterbrechung, sowohl während des Ausathmens, als während des Einathmens statt. Die Bewegung des Einathmens und Ausathmens ist nichts anders, als eine abwechselnde Erweiterung und Verengerung der Brust und der Lungen; die Lungen werden dabei nie leer von Luft, und enthalten unter fortdauernder Aufnahme von Sauerstoff ins Blut, und Aushauchung von Kohlensäure, theils atmosphärische Luft, theils etwas der ausgehauchten Kohlensäure. Durch das Ausathmen wird die veränderte Luft nur grossentheils entfernt, und die Luft der Lungen erhält einen neuen Zufluss respirabler atmosphärischer Luft. Bei vielen Thieren fehlen die Athembewegungen am Athemorgane ganz, und es findet nur der beständige Stoffwechsel statt, wie an den vorstehenden unbeweglichen Kiemen der Salamanderlarven.

Wie der Sauerstoff der Atmosphäre beständig durch die Wände der Lungenzellen in das diese Wände durchströmende Blut, und aus demselben durch die Wände der Zellen die Kohlensäure gelange, bedarf keiner Erklärung, nachdem im vorigen Buch pag. 230. die Permeabilität der weichen thierischen Theile, namentlich Häute, für flüssige und gasförmige Stoffe erwiesen worden ist. Eine nasse Thierblase, welche mit einer von der Atmosphäre verschiedenen Luftart gefüllt ist, erhält nach einiger Zeit diese Luft nicht mehr, sondern atmosphärische Luft. Beiderlei Luftarten setzen sich durch die Wände der nassen Blase hindurch ins Gleichgewicht der Vertheilung. Derselbe Process findet zwischen zwei verschiedenen Lösungen statt, die eine thierische Membran von 2 Seiten berühren. Dunkelrothes Blut in einer nassen Thierblase soll sich durch die Wände der Blase hindurch von der atmosphärischen Luft hellroth färben. Durch die feinen Wände der Lungenzellen muss diese Durchdringung ausserordentlich schnell geschehen, und das die Capillargefässe dieser Lungenzellenwände durchströmende Blut muss dieser Aufnahme theilhaftig werden. Hierzu kommt, dass das Blut, namentlich die rothen Blutkörperchen, eine ausserordentlich grosse Verwandtschaft zu dem Sauerstoff haben, indem sich dunkles Blut auch ausser dem Körper schnell auf der Oberfläche hellroth färbt, wobei Kohlensäure aus dem Blute ausgehaucht wird. Aber sogar alle feuchte organische

Substanzen haben die Eigenschaft, in Berührung mit der Luft einen Theil ihres Sauerstoffs in Kohlensäuregas zu verwandeln. (Berz. *Thierch.* 94.) Die Blutkörperchen besitzen diese Fähigkeit nur in einem viel höhern Grade. In der That dauert die beständige hellrothe Färbung des Blutes in den Lungen, selbst nach Durchschneidung der Lungennerven, nervi vagi, fort.

Die Vertheilung des Blutes in so unendlich viele feine Capillargefässe in den Wänden der Lungenzellen hat also offenbar den Zweck, den Contact der kleinsten Theilchen des Blutes mit der Luft in der ungeheuren Oberfläche aller Lungenzellen zu vermehren, indem die ganze, die Lungen durchströmende Blutmasse auf dieser ungeheuren Contactsfläche vertheilt wird. Ob das Gewebe der Lungen einen specifischen Einfluss auf Veränderung der Atmosphäre besitzt, der grösser ist, als in anderen Theilen, ist immer noch zweifelhaft, da die Blutkörperchen selbst hierbei die Hauptrolle zu spielen scheinen, da auch gleiche Veränderungen der Luft von andern thierischen Oberflächen wie auf der Haut der Fische und Frösche, im Darmkanal (bei Cobitis fossilis) statt finden, da nach Durchschneidung der Lungennerven der chemische Process des Athmens fortdauert. Gewisse, durch den Athemprocess bewirkte Bewegungen des Wassers, die man um die ersten äusseren Kiemen der Froschlarven bemerkt, finden nach Sharpey auch an den Seiten des Leibes der Thierchen statt; endlich leben die Frösche nach meinen Versuchen nach Unterbindung und Ausschneidung der Lungen, selbst noch 30 Stunden durch Athmen mit der Haut in der Luft fort, während sie in ausgekochtem Wasser untergetaucht, viel schneller sterben. Die Lungen sind durch ihre Organisation, durch die Feinheit der zu durchdringenden Membran, durch die Grösse der Contactsfläche der am meisten geeignete Theil zu dem chemischen Processe des Athmens.

Ueber die Theorie des chemischen Processes beim Athmen sind verschiedene Ansichten aufgestellt worden.

1. Nach Lavoisier, Laplace und Prout haucht das Blut beständig in die Lungenzellen eine Flüssigkeit aus, die vorzüglich Kohlenstoff und Wasserstoff enthält. Diese vereinigen sich mit dem Sauerstoff der Luft zu Kohlensäure und Wasser, welche beim Ausathmen entfernt werden. Diese Annahme einer aus Kohlenstoff und Wasserstoff bestehenden Flüssigkeit ist vom chemischen Gesichtspuncte sehr gewagt. Gmelin's *Chem.* 4. 1529. Da man bei dieser Theorie die thierische Wärme aus der Kohlensäure- und Wasserbildung ausser dem Blute, nämlich innerhalb der Lungenzellen erklärt, so muss bemerkt werden, dass die Lungen im Allgemeinen keineswegs wärmer als andere Theile sind.

2. Die von den meisten Chemikern getheilte Ansicht ist die von H. Davy, dass die Luft durch die Wände der Lungenzellen in das Blut der Capillargefässe eindringe, dass die nun im Blute aufgelöste Luft wegen Verwandtschaft des Sauerstoffs zu den Blutkörperchen zersetzt und Kohlensäure frei wird, wobei zugleich der grösste Theil des Stickstoffs wieder entweiche. Gilb. *Ann.* 19. Davy gab nach seinen Athemversuchen mit oxydirtem Stickgas und Wasserstoffgas zu, dass etwas kohlensaures Gas aus dem ve-

nösen Blute selbst entwickelt werde. Nach der letztern Ansicht nimmt man die Wärmeerzeugung von der Kohlensäurebildung im Blute der Lungen an; und dieser sind die Beobachtungen von J. Davy günstig, dass das Blut des linken Herzens und der Arterien (Carotis) um 1—1½° Fahr. wärmer seyn soll, als im rechten Herzen und in den Venenstämmen (Jng.).

3. Einige, welche von der Thatsache ausgehen, dass beim Athmen mehr Sauerstoff verschwindet, als Kohlensäure gebildet wird, die Kohlensäurebildung in den Lungen oder in den Gefässen der Lungen zugeben, aber die Wassererzeugung leugnen, nehmen an, dass durch Verbindung von Sauerstoff der Luft mit Kohlenstoff des Blutes Kohlensäure sogleich beim Athmen entstehe, dass jener Antheil von Sauerstoff, der nicht auf Kohlensäurebildung verwandt werde, mit dem Blute gebunden werde, und daher das Blut hellroth färbe, dass die Blutkörperchen mit gebundenem Sauerstoffe das Leben der organischen Theile anregen. Dass beim Athmen mehr Sauerstoff verschwindet, als Kohlensäure gebildet wird, berechtigt durchaus nicht zu der Annahme von Lavoisier, Laplace, Dulong und Despretz, dass dieser Antheil von Sauerstoff auf die Bildung des ausgeathmeten Wassers durch Verbindung von Wasserstoff des Blutes und Sauerstoff verwandt werde. Das in den Lungen ausdünstende Wassergas aus einer Erzeugung von Wasser aus Elementen abzuleiten, ist auch überaus gewagt, weil unter den obwaltenden Umständen von nassen thierischen Oberflächen, besonders bei der Temperatur der warmblütigen Thiere, Wasser verdunsten muss. Die Hypothese der Wassererzeugung in den Lungen ist daher bloss zum Vortheile der Verbrennungstheorie von Lavoisier und Laplace erfunden, aber nicht erwiesen worden. Nach den Versuchen von Collard de Martigny wird in jeder Gasart, z. B. auch Wasserstoffgas, Wassergas ausgeathmet, wo also kein Sauerstoff zur Erzeugung von Wasser vorhanden war (doch ist nach meiner Ansicht dieser Versuch nicht ganz stringent, weil Thiere, die in irrespirable Gasarten gebracht werden, immer noch atmospärische Luft in den Lungen haben). Nach Magendie soll sich die Quantität des beim Athmen transpirirten Wassers vermehren, wenn man einem Thiere Wasser von der Temperatur des Körpers in die Venen injieirt Magendie *précis élémentaire de physiologie.* 2. *éd.* 2. 246. Man kann daher wohl die Wassererzeugung in den Lungen nicht anders als eine der gewagtesten Hypothesen ansehen, welche nur von Chemikern, nicht von Physiologen lange Zeit hin angenommen werden konnte, und es ist ganz einfach, die Aushauchung von Wasser aus den Lungen gleichwie von der Haut als eine blosse Aushauchung aus dem Blute zu betrachten, obgleich diese Aushauchung nicht eine rein physikalische Verdampfung ist, wie sich deutlicher bei der Hautausdünstung im 7. Abschn. dieses Buches ergeben wird. Da nun kein Wasser in den Lungen erst entsteht, so muss dasjenige Sauerstoffgas, welches nicht auf ein gleiches Maass Kohlensäure beim Athmen verwandt wird, wirklich ins Blut übergehen; dieser verschwindende Ueberschuss von Sauerstoffgas ist in den meisten Versuchen über das Athmen in der Luft und im Wasser voll-

kommen constatirt. Wahrscheinlich wird also ein Theil des Sauerstoffs der Luft mit dem Blute verbunden, und ist die Ursache der hellrothen Färbung des Arterienblutes und des Blutes an der Luft. Wie man weiss, wird auch ein Gemeng von Blutkörperchen und Serum, oder geschlagenes Blut durch blosses Hindurchstreichen von Sauerstoffgas durch und durch hellroth. Für diese Bindung von Sauerstoff an das Blut spricht auch ein pag. 310 erwähnter Versuch von H. Davy, und die Beobachtung, dass beim Schütteln von Luft und Blut sehr viel mehr Sauerstoffgas absorbirt, als Kohlensäure gebildet wird. Es sprechen ferner dafür Nysten's Versuche mit Gaseinspritzungen in die Adern der Thiere, wobei Sauerstoffgas das dunkelrothe Blut in den Venen hellroth färbte, wo also gar keine gebildete Kohlensäure ausgeschieden wurde. Nysten *rech. de physiol. et de chim. pathol.* Die Verbindung des Sauerstoffs mit dem Arterienblute scheint aber sehr innig zu seyn, da sich der Sauerstoff nicht daraus wieder entwickeln lässt.

4. Nach Lagrange und Hassenfratz wird der Sauerstoff der atmosphärischen Luft nur locker vom Blute gebunden (im Blute aufgelöst oder mit den Blutkörperchen verbunden), und bildet erst während der Circulation mit dem Kohlenstoffe des Blutes Kohlensäure, die im Blute absorbirt ist, bis sie in den Lungen aus dem Blute frei wird. Lagrange stützte diese Ansicht zum Theil darauf, dass arterielles Blut in verschlossenen Gefässen nach einiger Zeit von selbst wieder dunkler wird. Da nun das arterielle Blut bis in die feinsten Arterien immer noch hellroth ist, und beim Durchgang durch die Capillargefässe des Körpers erst dunkelroth wird, so kann man, wenn man der Ansicht von Lagrange zugethan ist, die Kohlensäurebildung doch nur in den Capillargefässen des Körpers annehmen. Nach dieser Ansicht müsste das Venenblut vorzüglich Kohlensäure aufgelöst enthalten, das Arterienblut müsste locker gebundenen Sauerstoff enthalten. Diese Ansicht ist unter einem grossen Theil der Physiologen verbreitet, und stützt sich vorzüglich auf die Versuche von Vogel, Home, Brande, Scudamore, Collard de Martigny, dass Venenblut wirklich Kohlensäure enthalte, und H. Davy's Versuch, dass sich aus Arterienblut Sauerstoffgas entwickeln lasse. Nach dieser Theorie ist es erklärlich, warum die Lungen nicht wärmer als andere Theile sind. Fr. Nasse hat in einer ausgezeichneten Abhandlung über das Athmen (Meck. *Arch.* 2. 195. 435.) alle früheren diese Ansicht stützenden Thatsachen zusammengestellt. Ich sehe diese Abhandlung als eine sorgfältige Prüfung der früheren Arbeiten über die Veränderungen des Blutes beim Athmen an. Wir haben indess gesehen, dass mehrere der Beobachtungen, worauf man sich für Lagrange's Ansicht berufen kann, das Zutrauen nicht verdienen, welches man ihnen geschenkt hat, dass das Arterienblut durch Hitze keinen Sauerstoff, das Venenblut durch Hitze und unter der Luftpumpe keine Kohlensäure aushaucht, dass auch Beccaria's und Rosa's Beobachtungen in Hinsicht der Farbenveränderungen des Arterienblutes unter der Luftpumpe unrichtig sind, und dass weder Arterienblut unter der Luftpumpe dunkel, noch

Venenblut unter der Luftpumpe hellroth wird. Siehe oben pag. 306—313.

Vor Kurzem hat Stevens eine eigenthümliche Ansicht über den chemischen Process des Athmens aufgestellt, welche auf den ersten Blick sinnreich erscheint. Stevens sagt, der Farbestoff der Blutkörperchen ist an sich dunkel, durch das Serum wird er hellroth, weil die Salze das Blut hellroth machen. Die hellrothe Farbe ist daher die natürliche Farbe der Blutkörperchen, so lange sie von Serum umgeben sind. Bringt man Wasser mit hellrothem Blutcoagulum zusammen, so wird das hellrothe Blut dunkel, weil das Serum des Coagulums ausgewaschen wird. (Diese Farbenveränderung tritt selbst bei geringen Quantitäten Wasser ein, wie ich sehe, sie ist eine Folge der Auflösung des Farbestoffs in Wasser.) Kohlensäure macht das hellrothe Blut dunkel. Diese Kohlensäure entsteht nach Stevens in den Capillargefässen des Körpers, daher ist das Venenblut dunkel; in den Lungen wird diese Kohlensäure ausgeschieden, daher tritt wieder die natürliche Farbe des Blutes, die hellrothe, ein, ohne dass der Sauerstoff die Ursache der hellrothen Färbung wäre. Bis dahin klingt diese Theorie sehr einfach und bestechlich. Der Einwurf, dass das Alcali im Blute die Kohlensäure binden müsste, entkräftet er durch die Annahme, dass das Alcali im Blute unterkohlensaures sey, welches auch auf Pflanzenfarben wie Alcalien wirkt, und daher die alcalische Beschaffenheit des Serums erklären kann. Wäre Stevens Ansicht richtig, so müsste Venenblut unter der Luftpumpe durch das Entweichen der Kohlensäure und ebenso durch blosse Erhitzung zum hellrothen Blute werden. Diess geschieht aber alles nicht, wie wir oben gesehen haben. Die Ursache der dunkeln Farbe des Venenblutes kann daher nicht eine im Blute aufgelöste und leicht zu entbindende Kohlensäure seyn; kurz, Stevens Theorie des Athmens kann nicht richtig seyn.

5. Nun bleibt noch eine 5. Ansicht vom Athmen übrig; dass die Kohlensäure nicht durch Verbindung von Sauerstoff der Luft und Kohlenstoff des Blutes entstehe, weil die Aushauchung von Kohlensäure in sauerstofffreien Gasen fortdauere, dass daher die Kohlensäure aus den letzten Bestandtheilen des Blutes sich wie andere Secreta bilde. Man kann für diese Vorstellung die Absonderung verschiedener Gase durch die Schwimmblase der Fische anführen. Nach dieser Ansicht wäre die Kohlensäure nicht im Venenblute nothwendig präexistirend, sondern sie würde im Momente des Durchganges des Blutes durch die Capillargefässe der Lungen ohne Mitwirkung des Sauerstoffs der Luft gebildet. Diese Ansicht stützt sich auf Beobachtungen, dass die Bildung von Kohlensäure in sauerstofffreien Gasen bei kaltblütigen Thieren fortdauert; Beobachtungen, welche schon Spallanzani gemacht und Edwards wiederholt. Wenn diese Beobachtungen richtig sind, so sind sie unstreitig von ausserordentlicher Wichtigkeit, und mit Unrecht von den Physikern bisher übersehen worden. Es schien mir von ausserordentlichem Interesse, diese Facta zu verificiren. So wie die Sachen jetzt stehen, hängt die Entscheidung der gan-

zen Frage vom chemischen Process des Athmens von der Beantwortung von folgenden 3 Fragen ab.

1. Ist Kohlensäure im Venenblute vorhanden? Die Luftleere und die Wärme entwickeln nach den obigen Versuchen keine daraus. Anderseits sind die Versuche von Hoffmann und Stevens, wonach Wasserstoffgas aus dem Blut Kohlensäure entwickele, noch nicht hinlänglich bestätigt.

2. Wird Kohlensäure von kaltblütigen Thieren in reinem Wasserstoffgas oder reinem Stickgas ausgehaucht? Wir werden sehen, dass diess unzweifelhaft ist.

3. Bildet Blut mit atmosphärischer Luft geschüttelt Kohlensäure? Ja. Siehe oben pag. 314. Die letzte Thatsache mit der ersten und mit der Thatsache, dass der Mensch in reiner Luft viel mehr Kohlensäure bildet als in schon geathmeter Luft (pag. 291.) zeigt, dass die Kohlensäure durch Verbindung von Sauerstoff der Luft und Kohlenstoff des Blutes entsteht. Die zweite Thatsache zeigt das Gegentheil. Hier ist der Knoten, dessen Lösung späteren Untersuchungen vorbehalten ist. Ich werde nun den ganzen Verfolg der Untersuchungen über das Aushauchen von Kohlensäure in sauerstofffreien Gasarten mittheilen. Die älteren Versuche an warmblütigen Geschöpfen von H. Davy (Gilb. *Ann.* 19. 320.), Coutancean und Nysten (Meck. *Arch.* 2. 256.) beweisen wohl nichts, da die Lungen von solchen Thieren, die kurze Zeit in Wasserstoffgas gebracht werden, noch Kohlensäure von vorher enthalten. Die Versuche werden nur dann beweisend, wenn Thiere lange in Wasserstoffgas oder Stickgas ausdauern können, und wenn die erzeugte Kohlensäure beträchtlich ist. Diess hat Edwards beobachtet; nämlich ein Frosch hauchte einmal in Wasserstoffgas in $8\frac{1}{2}$ Stunden 2,97 Centil. = 1,49 P. C. Z. Kohlensäure aus, was indess nicht richtig seyn kann, da ein Frosch selbst in atmosphärischer Luft in dieser Zeit lange nicht so viel Kohlensäure bildet. *Influence des agens physiques p.* 445. Collard de Martigny (Magendie *Journ. de physiol.* 1830. *p.* 121.) hat diese Versuche mit Stickgas ausgeführt, und auch Aushauchung einer Quantität Kohlensäure beobachtet, die nicht viel kleiner war als in Edwards Versuch. Er nahm den Frosch in Zwischenzeiten von $1\frac{1}{2}$—2 Stunden aus der mit Stickgas gefüllten Glocke heraus, sammelte die Luft in einem andern Gefäss auf durch eine besondere Vorrichtung, füllte die Glocke wieder mit Stickgas und liess den Frosch wieder darin athmen. Diess wiederholte er bei jedem Versuche mehrere mal. Beim Einbringen des Frosches wurden die Lungen und Kehle zusammengedrückt. Diese Methode hat einige Vortheile, allein bei dem öfteren Wiedereinbringen des Frosches wird jedesmal doch wieder eine kleine Quantität atmosphärischer Luft durch seine auch noch so sehr comprimirten Athemorgane in den Versuch gebracht. Collard hat nicht bemerkt, wie er das Stickgas bereitet und gereinigt hat. Die Resultate der Versuche von Collard sind folgende.

A. Ein Frosch bildete in $7\frac{1}{2}$ Stunden 2,80 Centilitres Kohlensäure, diess macht 1,41 P. C. Z.

B. 3 Frösche bildeten in 8 Stunden 7,98 Centilitres Kohlensäure; diess macht auf einen Frosch 1,34 C. Z.

C. 2 Frösche bildeten in $8\frac{1}{2}$ Stunden 5,22 Centilitres Kohlensäure. Diess macht auf einen Frosch 1,31 C. Z.

D. 2 Frösche bildeten in 8 Stunden 5,43 Centilitres Kohlensäure. Diess macht auf einen Frosch 1,36 C. Z.

E. 2 Frösche bildeten in $7\frac{1}{2}$ Stunden 4,89 Centilitres Kohlensäure; diess macht auf einen Frosch 1,22 C. Z.

F. 2 Frösche bildeten in 9 Stunden 5,15 Centilitres Kohlensäure; diess macht auf einen Frosch 1,29 C. Z.

G. 2 Frösche bildeten in 8 St. 40 Min. 5,70 Centilitres Kohlensäure; diess macht auf einen Frosch 1,43 C. Z.

Es schien mir durchaus nöthig, die Versuche von Edwards und Collard zu wiederholen. Da mir 20 Pfund Quecksilber zu Gebote standen, so konnte ich den Versuch schon in einem grossen Gefäss anstellen.

A. Ein Cylinder von 20 C. Z. Inhalt wurde mit Quecksilber gefüllt, und mit Hülfe einer geschliffenen Glasplatte in Quecksilber umgestürzt, der Cylinder darauf mit Wasserstoffgas (aus Zink und verdünnter Schwefelsäure bereitet) gefüllt. Nun brachte ich 4 Frösche bei Zusammendrückung ihrer Lungen in den Cylinder. Nach 4 Stunden machten sie keine Athembewegungen mehr, obgleich sie noch Lebenszeichen von sich gaben. Nach 12 Stunden nahm ich sie heraus, sie waren todt, und lebten an der Luft nicht wieder auf. Kali caust. in den Cylinder gebracht, absorbirte $1\frac{4}{5}$ C. Z. Kohlensäure; diess macht auf jeden Frosch 0,45 C. Z. Bei diesem Versuche war das Wasserstoffgas ungereinigt; es enthält dann ein stinkendes Oel und selbst etwas Kohlensäure. Gmelin's *Chemie*. 1. 217.

B. Bei einem mit Prof. Bergemann gemeinschaftlich angestellten Versuche wurde das Wasserstoffgas durch Weingeist streichen gelassen, und ein kleinerer Cylinder von 10 C. Z. Inhalt angewandt. In diesem *reinen* Wasserstoffgas lebte ein Frosch nach 12 Stunden noch matt mit lange aussetzenden Athembewegungen, und war selbst nach 22 Stunden nur scheintodt. Bei der Prüfung der Luft mit Kali caust. wurde $\frac{1}{2}$ C. Z. absorbirt. Der Frosch lebte wieder auf und wurde von Prof. Bergemann noch zu mehreren anderen Versuchen, nämlich zu 4 mit Wasserstoffgas und 2 mit Stickgas gebraucht. Nach einiger Zeit wurde er mir wieder eingehändigt. Ich fand ihn ganz lebhaft. Sein Blut gerann wie sonst bei Fröschen.

C. Ich liess einen Frosch 4 Stunden in Wasserstoffgas athmen, das ich vorher durch Weingeist hatte streichen lassen. Er war nach 4 Stunden scheintodt. Sein Herz setzte Minuten lang im Schlagen aus, er lebte an der Luft wieder ganz auf. In demselben Cylinder wurde ein zweiter Frosch $2\frac{1}{2}$ Stunden athmen gelassen, worauf er scheintodt schien. Bei der Untersuchung der Luft durch Kali caust. wurden 0,83 C. Z. Kohlensäure absorbirt. Luftdruck 27 Z. 2 L.

D. Ich liess 2 Frösche 6 Stunden in Wasserstoffgas athmen, das ich hatte durch Auflösung von Kali caust. streichen lassen.

Sie waren zuletzt scheintodt. Es hatten sich 0,66 C. Z. Kohlensäure gebildet. Luftdruck 27 Z. 5 L. Temp. 17° R.

E. Das zur Entwicklung des Wasserstoffgases bestimmte Gefäss war jedesmal fast voll, so dass es nur sehr wenig atmosphärische Luft über der Flüssigkeit enthielt, und man liess jedesmal eine grosse Menge Gas weggehen, ehe man das Wasserstoffgas auffing, so dass man in dieser Hinsicht sicher war. Um aber allen Verdacht von Beimengung von Sauerstoffgas bei dem Wasserstoffgas zu entfernen, brachte ich in das schon durch Kalilösung geleitete, in dem Cylinder angesammelte Wasserstoffgas eine Kugel von Platinaschwamm, und liess sie darin 24 Stunden liegen. Darauf brachte ich einen Frosch in den Cylinder, wie gewöhnlich mit zusammengedrückten Lungen, er war nach 8 Stunden scheintodt. Die Absorption von Kohlensäuregas betrug 0,4 C. Z.

In allen Versuchen geschah die Ueberleitung und Sperrung des Gases mit dem Quecksilberapparat. Ich habe noch 3 andere Versuche angestellt, wo ich das Gas aber, nachdem es aufgefangen war, mit Liquor kali caustici schüttelte. Das Resultat der Athemversuche war ganz analog. Im Versuche F. waren nach 12 Stunden durch den Frosch 0,37 C. Z., im Versuche G. 0,41 C. Z., im Versuche H. 0,4 C. Z. Kohlensäure gebildet. Diese 3 letzten Versuche halte ich aber für fehlerhaft, da das Wasser, womit ich das zur Reinigung des Wasserstoffgases angewandte Kali causticum ausgespült, wie alles ungekochte Wasser etwas Luft enthielt, und also auch etwas Luft an das Wasserstoffgas beim Auswachsen abgegeben haben könnte.

Ein Frosch, den ich durch Verbrennung von Phosphor bereitetes Stickgas athmen liess, lebte darin 6 Stunden. Kohlensäure $\frac{1}{4}$ C. Z. Ich freue mich, hierbei auch einige Versuche von Prof. Bergemann anführen zu können. Folgende Notizen hat er mir mitgetheilt. Die Versuche wurden mit Wasserstoffgas und Stickgas angestellt in einem Zimmer, dessen Temperatur nicht über + 10° und nicht unter + 4° war. Ein und derselbe Frosch wurde zu allen Versuchen benutzt. Es wurde eine Vermehrung des Gasvolumens beobachtet, diese war in den ersten 3 Stunden, sowohl bei der Respiration des Frosches in Wasserstoffgas als in Stickgas, am stärksten. Nach Verlauf von 4—5 Stunden nahm die Lebensthätigkeit des Frosches bedeutend ab. Das Athmen war ungleichförmig und nach 8—9 Stunden hörte es in langen Zeiträumen ganz auf, konnte jedoch durch eine gelinde Bewegung des Cylinders wieder hervorgebracht werden. Nach der Beendigung der Versuche war der Frosch immer ganz betäubt, nach wenigen Stunden jedoch bewegte er sich freier, und nach einigen Tagen konnte er zu neuen Versuchen benutzt werden. Bei jedem einzelnen Versuche hatte der Frosch *seine gelbliche Farbe in eine dunkelbraune verwandelt.* Das angewandte Hydrogen war aus Zink und verdünnter Schwefelsäure bereitet und durch Alcohol gereinigt. Das Stickgas wurde aus der atmosphärischen Luft durch einen brennenden Körper abgeschieden und darauf mit Kalkwasser geschüttelt. Geringe Antheile Oxygen

bleiben jedoch in solchem Azot immer zurück. Die Versuche mit Stickgas können daher auf eine grosse Genauigkeit keine Ansprüche machen. Der Frosch wurde mit eingedrückter Kehle in die Gasart gebracht. Die Menge des angewandten Wasserstoffgases und Stickgases variirte von 7—8 C. Z. Die Resultate der Versuche von Prof. Bergemann habe ich in einer Tabelle mit den meinigen zusammengestellt. Unter den von mir angestellten Versuchen habe ich die Versuche A. F. G. H., weil sie nicht ganz fehlerfrei sind, hier nicht mit aufgeführt.

| Beobachter | Gasart | Nummer des Versuchs | Dauer des Versuchs | Menge der gebildeten Kohlensäure |
|---|---|---|---|---|
| Mueller | Stickgas | A | 6 St. | 0,25 C. Z. |
| Bergemann | » | A | 14 | 0,75 |
| » | » | B | 12 | 0,5 |
| M. u. B. | Wasserstoffgas | B | 22 | 0,5 |
| Mueller | » | C | 6½ | 0,83 |
| » | » | D | 6 | 0,33 |
| » | » | E | 8 | 0,4 |
| Bergemann | » | A | 10 | 0,55 |
| » | » | B | 12 | 0,8 |
| » | » | C | 13 | 0,7 |
| » | » | D | 14 | 0,5 |

Gegen diese Versuche konnte man immer noch den Einwurf machen, dass die Frösche in ihren Lungen einen Theil atmosphärischer Luft in den Versuch mitgebracht, und dass auch ihr Darmkanal Kohlensäuregas enthalten konnte. Ich habe daher die Versuche so wiederholt, dass ich die Frösche zuerst dem luftleeren Raum aussetzte und diesen mit gereinigtem Wasserstoffgas anfüllte. In einem Versuche wurde auch dieses Wasserstoffgas wiederholt ausgepumpt, um den letzten Antheil atmosph. Luft aus dem Raume zu bringen. Auch überzeugte man sich durch eine Probe, dass das Wasserstoffgas nach Absorption des Wasserdampfes von salzsaurem Kalk durch Kali caust. nicht vermindert wurde. Die Frösche wurden 3 Stunden in dem Wasserstoffgas gelassen, sie waren schon viel früher scheintodt. Dann wurden die Frösche herausgenommen, und alles Wasser aus dem Gase entfernt, dadurch, dass ein Röhrchen mit salzsaurem Kalk wiederholt innerhalb eines ganzen Tages in den Raum gebracht wurde, bis der salzsaure Kalk darin trocken blieb. Erst dann wurde das Gas auf Kohlensäure mit Kali caust. geprüft. In beiden der angestellten Versuche zeigte sich die gewöhnliche Aushauchung von Kohlensäure, welche im ersten Versuche 0,3, im zweiten 0,37 Cubikzoll betrug.

Die Menge Kohlensäure, welche ein Frosch in 6—12 Stunden in sauerstofffreien Gasarten bildet, kann man ohne Irrthum also auf $\frac{1}{4}$—$\frac{4}{5}$ C. Z. anschlagen. Da die Lungen und Kehle des Frosches im Durchschnitt nur $\frac{3}{8}$—$\frac{1}{2}$ C. Z. enthalten, die Luft

derselben bei jedem Versuche zugleich vorher ausgedrückt war, und wenn auch etwas atmosphärische Luft und Kohlensäure zurückgeblieben, diess doch sehr wenig seyn konnte, so lässt sich das schon von Spallanzani gefundene Resultat nicht in Abrede stellen, dass die kaltblütigen Thiere auch in sauerstofffreier Luft fortfahren Kohlensäure auszuhauchen, und dass diess selbst fast so viel als beim Athmen in atmosphärischer Luft beträgt, indem ein Frosch nach den pag. 294 mitgetheilten Versuchen in 6 Stunden im Durchschnitt 0,57 C. Z. Kohlensäure in atmosphärischer Luft, erzeugt.

Man scheint aber berechtigt zu der Ansicht, dass die hier gebildete Kohlensäure zum Theil blosse Secretion der Lungen oder der Haut ist, da sie sich nicht im Venenblute vorfindet, und sich unabhängig von der atmosphärischen Luft erzeugen kann. Diese Art von Kohlensäurebildung lässt sich ganz der Kohlensäurebildung bei der Gährung vergleichen, wo die Kohlensäure sich auch ohne wesentlichen Einfluss des Sauerstoffs der Luft aus den Elementen der organischen Stoffe bildet. Man sollte hiernach erwarten, dass bloss die Lungen oder die Haut das eigenthümliche Vermögen besässen, Kohlensäure abzuscheiden und das Blut allein mit atmosphärischer Luft geschüttelt keine Kohlensäure bilde. Dem ist aber nicht so, wie pag 314. gezeigt worden. Blut bildet mit atmosphärischer Luft geschüttelt, auch Kohlensäure, und zwar 7 C. Z. Blut mit 10 C. Z. atmosphärischer Luft fast beständig geschüttelt, geben in 6 Stunden $\frac{1}{2}$ C. Z. Kohlensäure, was freilich ausserordentlich wenig ist. Die Lehre vom Athmen befindet sich daher in einer jetzt unauflöslichen Schwierigkeit. Blut bildet mit dem Sauerstoffe der atmosphärischen Luft etwas Kohlensäure ohne die Einwirkung des lebenden Organs, indem es hellroth wird, das Blut enthält keine Kohlensäure praeexistirend und doch hauchen Amphibien ohne Mitwirkung von Sauerstoffgas fast eben soviel Kohlensäure als in der Atmosphäre aus. Ich will diess Räthsel nicht durch die Bemerkung zu lösen suchen, dass das Blut der Frösche vom Athmen in der Luft noch viel Sauerstoffgas gebunden enthalte, das auch beim Athmen in Wasserstoffgas noch mit Kohlenstoff des Blutes Kohlensäure in den Lungen erzeuge, sondern ich will diess Resultat meiner eigenen unpartheiischen Forschungen nur getrost weiteren Untersuchungen überliefern.

Man könnte glauben, dass die im Venenblute etwa doch vorhandene Kohlensäure in so geringer Quantität darin enthalten sey, dass sie den Untersuchungen entgehe. Sie müsste aber nach den Producten des Athmens ziemlich beträchtlich im Blute vorhanden seyn, wenn sie bloss ausgehaucht würde.

Nimmt man 2 Unzen Blut für jeden Herzschlag gefördert an, so erhält man, dass 10 Pf. in einer Minute an den Lungen vorbeigehen und dass 10 Pf. Blut also 22,7 C. Z. Kohlensäure enthalten müssten, die in einer Minute ausgeschieden werden. Nimmt man auch das von Allen und Pepys gefundene Resultat von 22,7 C. Z. Kohlensäure um die Hälfte zu gross an, wie es denn wirklich zu gross ist, nimmt man an, dass, wie in Davy's

Versuch in einer Minute 15,8 C. Z. Engl. = 13 C. Z. Franz. ausgeathmet werden, so müssten doch 13 C. Z. Kohlensäure in 5 oder 10 Pf. Blut aufgelöst seyn. Es ist noch nicht die Zeit gekommen, diess Räthsel zu lösen, und es lässt sich für jetzt aus den obigen Thatsachen nur schliessen, dass sich unabhängig von der eingeathmeten Luft Kohlensäure im Blute der Lungen bilden und daraus sich entwickeln kann.

In neuerer Zeit haben Mitscherlich, Gmelin und Tiedemann eine ganz eigenthümliche Theorie des Athmens entwickelt. Sie gehen von der Existenz der Essigsäure oder Milchsäure im freien oder gebundenen Zustande in den meisten Secreten und im Blute aus, welche sich im thierischen Körper selbst erzeugen muss, da sie in viel kleinerer Menge in der Nahrung enthalten ist, als die durch Schweiss und Urin beständig ausgeleert wird. Nun haben sie ferner ausgemittelt, dass das venöse Blut mehr unterkohlensaures Alcali enthält als das arterielle, indem 10000 venöses Blut wenigstens 12,3 und 10000 arterielles Blut wenigstens 8,3 gebundene Kohlensäure enthalten. Diess wenden sie auf ihre Hypothese an, dass sich beim Athmen unter reichlicher Berührung mit der Luft Essigsäure erzeuge, welche das kohlensaure Alcali des venösen Blutes zersetze, worauf die Kohlensäure ausgeathmet werde. Sie vermuthen, dass der Sauerstoff der Luft beim Athmen theils direct an Kohlenstoff und Wasserstoff trete und Kohlensäure und Wasser erzeuge, zum Theil sich unmittelbar mit den im Blute enthaltenen organischen Verbindungen vereinige. Hierdurch werden nun organische Producte, die zum Leben nöthig sind, erzeugt. Zugleich ist diese Bildung aber auch mit einer Umwandlung organischer Stoffe in niedere, wie z. B. Essigsäure oder Milchsäure, verbunden, welche einen Theil der im Blute enthaltenen kohlensauren Materie zersetzt und diese Kohlensäure in die Lungenzellen austreibt. Tiedemann *Zeitschr. f. Physiol.* 5.

## *VI. Capitel.* Von den Athembewegungen und Athemnerven.

### a. Athembewegungen.

Das Ein- und Ausathmen geschieht bei dem Menschen und den Säugethieren durch Erweiterung und Verengerung der Brusthöhle. Sobald die Brustwände sich ausdehnen, und die Brusthöhle erweitert wird, dringt die Luft in der Luftröhre und ihren Zweigen bis in die Zellen nach, die sich in dem Maasse ausdehnen, als die Brusthöhle sich erweitert, so dass also die Oberfläche der Lungen durchaus den sich ausdehnenden Wänden der Brusthöhle folgt. Diess ist nur so lange möglich, als die Brusthöhle von allen Seiten geschlossen ist, und so lange kein Druck der Luft von aussen dem Druck der Luft von der Luftröhre aus das Gleichgewicht hält. Bei penetrirenden Brustwunden aber ist kein volles Einathmen mehr möglich, weil der Luftdruck dann durch die Wunde auf die äussere Oberfläche der Lungen wirkt, und dem Luftdruck von der Luftröhre her das Gleichgewicht hält. Die

Lungen bleiben dann collabirt, wenn auch die Brustwände sich ausdehnen. Zur Erweiterung der Brusthöhle beim Einathmen dient ganz vorzüglich das Zwerchfell. Im erschlafften Zustande ist das Zwerchfell gewölbt, bei der Contraction desselben wird es flach, und indem seine Wölbung herabsteigt, erweitert es also die Brusthöhle, wodurch zugleich die Eingeweide der Bauchhöhle von oben gedrückt werden. Dieser Druck auf die Baucheingeweide von oben beim Einathmen verursacht das Hervortreiben derselben nach vorn oder das scheinbare Anschwellen des Bauches beim Einathmen.

Sobald das Zwerchfell erschlafft, weichen die Eingeweide wieder mehr zurück, und der Bauch wird flacher. Beim leisen Einathmen bewirkt das Zwerchfell zum grossen Theil allein die Erweiterung der Brust. Die seitliche Erweiterung der Brust geschieht vorzüglich durch die Wirkung der musculi intercostales, aber auch durch Unterstützung der musculi scaleni, levatores costarum, des serratus posticus superior, und der Brustmuskeln überhaupt. Das Ausathmen kann beim ganz ruhigen Athmen schon durch blossen Collapsus, durch die Elasticität oder Herstellung der vorher ausgedehnten Theile in den status quo erfolgen, und das ruhige Athmen scheint weniger aus der Abwechslung antagonistischer Muskelbewegungen, als vielmehr periodischer Inspirationsbewegungen zu bestehen. Hierbei wirken zwar die Exspirationsmuskeln durch jenes mässige Contractionsspiel, welches allen Muskeln auch ausser den stärkeren Zusammenziehungen eigen ist, mit. Wenigstens erfolgt das Ausathmen von selbst, so wie die Inspiration aufhört. Beim stärkern Ausathmen wirken diese Muskeln stärker, noch mehr, und selbst krampfhaft, wenn Reizung in den Lungen oder im Kehlkopfe statt findet, und Husten eintritt. Die Exspirationsmuskeln sind die Bauchmuskeln, welche die Rippen niederziehen, und durch Zusammendrückung des Bauches die Baucheingeweide gegen das erschlaffte Zwerchfell in die Höhe treiben, und so die Brusthöhle auch von unten verengern. Diess sind der gerade, die schiefen, der quere Bauchmuskel, der musculus quadratus lumborum, musculus serratus posticus inferior, musculus sacrolumbaris und longissimus dorsi.

Das Ausathmen wird unterstützt 1) durch die Elasticität der Luftwege, nachdem ihre Ausdehnung durch die Luft aufgehört hat. 2) Durch Zusammenziehung von Muskelfasern der Luftwege (?).

Beim Einathmen ist die Stimmritze weiter, beim Ausathmen enger. Die Luftröhrenzweige werden beim Einathmen weiter, beim Ausathmen enger. Die Luft wird entweder durch Mund oder Nase aufgenommen und ausgetrieben. Beim Athmen durch die blosse Nase ist der Ausgang durch den Mund durch Anlegen des hintern Theils der Zunge wider den Gaumen geschlossen, beim Athmen durch den Mund ist das Gaumensegel erhoben. Durch Annäherung der hintern Gaumenbogen gegen einander, wodurch, wie Dzondi entdeckt hat, eine vollständige Verschliessung eintritt, und durch Anlegen des hintersten Theils der Zunge gegen den Gaumen, kann sowohl der Mund als die Nase von den Respirationswegen abgeschlossen werden. Eine Bewegung, die oft will-

kürlich geschicht, wenn man den Athem anhält, und das Durchströmen übler Gerüche durch die Nase aufgehoben wird. Dzondi *die Functionen des weichen Gaumens. Halle* 1831.

Bei den Vögeln dringt die Luft beim Einathmen nicht allein in die Lungen, sondern auch in die grossen Zellen. Es giebt hier kein vollständiges Zwerchfell mehr, sondern nur einige Muskelzipfel steigen vom hintern Winkel der 3., 4. und 5. Rippe zu einer fibrösen Haut an der untern Fläche der Lungen empor. Die Erweiterung der Brust erweitert die grossen Zellen, welche mit den Lungen in Verbindung stehen, wodurch die Luft genöthigt wird, sich in die Lungen zu stürzen. Die Luft wird aus den Zellen und den Lungen durch die Thätigkeit der Bauchmuskeln ausgetrieben. Unter den Amphibien athmen die Chelonier, deren Rippen unbeweglich verbunden sind, und die nackten Amphibien, welche keine wahren Rippen haben (Coecilien, Derotemata, Proteiden, Salamandrina, Batrachia) bloss durch Verschluckung der Luft ein. Die Frösche schliessen den Mund, erweitern die Mundhöhle an der Kehle, wodurch ein leerer Raum entsteht, den die Luft, durch die Nasenlöcher eindringend, einnimmt. Dann ziehen sie die Kehle zusammen, verschliessen den Schlundkopf, und treiben durch die Zusammenziehung der Kehle die Luft durch die Stimmritze in die Lungen, während sie durch einen eigenthümlichen Mechanismus die Nasenlöcher schliessen. Die Luft wird theils durch die Bauchmuskeln, theils durch die Elasticität der Lungen bei geöffneter Stimmritze ausgetrieben. Sobald die Frösche den Mund nicht mehr schliessen können, können sie auch nicht mehr athmen. Das Ausathmen geschieht bei den Schildkröten durch Zusammenziehung der Bauchmuskeln zwischen dem Bauchschild und den hinteren Extremitäten. Die mit beweglichen Rippen versehenen Amphibien athmen durch Erweiterung und Verengerung der Körperhöhle vermöge der Rippen. Ueber die Athembewegungen der Fische und ihren Mechanismus siehe Cuvier *Vergl. Anat. T.* 4. 222.

Die Hypothese von der Mitwirkung der Lungen bei den Athembewegungen ist seit den ältesten Zeiten bald erhoben, bald verworfen worden. Für diese Hypothese stritten Averroes, Riolan, Plater, Sennert, Bremond (*mém. de l'acad. d. sc. Par.* 1739.), gegen dieselbe Th. Bartholin, Diemerbröck, Mayow und Haller. Haller *elementa physiol. T.* 3. *l.* 8. *p.* 226. Die Ersteren sahen bei Thieren, deren Brusthöhle geöffnet war, die Lungen nicht immer zusammen fallen, sondern in einigen Fällen sich dauernd bewegen, obgleich die Brustmuskeln ausser Thätigkeit waren. In der neuern Zeit haben Flormann und Rudolphi diese Hypothese vertheidigt. Rudolphi *anat. physiol. Abhandl. p.* 111. Flormann sah, dass die Lungen eines ersäuften Hundes selbst nach Zerschneidung des Zwerchfelles noch fortfuhren sich zu bewegen, Rudolphi sah die Bewegung der Lungen an einem erdrosselten Hunde, bei entferntem Brustbeine, zerschnittenem Zwerchfelle und Intercostalmuskeln. Man leitete schon solche Bewegungen der Lungen von den Erschütterungen des Brustkastens ab, sie können auch wohl von den Zusammenziehungen des Herzens, und von den von

mir beobachteten Zusammenziehungen der Lungenvenen herrühren. Haller hatte nie so etwas gesehen, er sah immer die Lungen bei vollständiger Oeffnung der Brusthöhle ganz collabirt; ich habe auch nie dergleichen gesehen, und ich vermuthe bei den Erfahrungen der ehrwürdigen Männer Flormann und Rudolphi eine Täuschung. Die weitere Auseinandersetzung dieser Controverse hat bloss ein geschichtliches Interesse. Die Gründe und Gegengründe wiederholen sich, und man ist zuletzt auf das Zeugniss seiner Augen angewiesen, das nach meinen Erfahrungen gegen die Hypothese spricht. Tiedemann sah Bewegungen an dem Athemorgan der Holothurien. Treviranus hatte an den Lungen der Frösche auf Application von Opiumtinctur und Belladonnenextract Bewegungen gesehen. Ich weiss nicht, ob der berühmte Verfasser der Biologie hierauf noch Werth legt. Die Frösche füllen von der Kehle aus ihre Lungen mit Luft, die beim Oeffnen der Stimmritze und Nasenlöcher entweicht. Ist die Stimmritze geöffnet, so sind die Lungen für immer collabirt, und man kann keine Zusammenziehungen an ihnen erregen. Vergl. über diesen Gegenstand Lund *Vivisectionen p.* 243—250.

Dagegen ist die Contractionsfähigkeit der Luftröhre und ihrer Aeste wohl weniger zu bezweifeln. Man könnte vermuthen, dass die Luftröhrenäste an den von Houstoun, Bremond, Flormann und Rudolphi gesehenen Phänomenen Antheil haben. Indessen ist es doch problematisch, dass die Fleichfasern der Luftröhre rhythmische Bewegungen ausüben. Die queren Fleischfasern der Luftröhre an ihrer hintern Seite sind bekannt. Fleischfasern sollen sich auch noch an den ziemlich kleinen Zweigen der Luftröhrenäste finden. Diese Fasern sind durch Reisseisen *de fabrica pulmonum. Berol.* 1822. *fol.* am meisten berühmt geworden. Reisseisen wollte die Fleischfasern mit der Loupe noch an so kleinen Luftröhrenzweigen erkannt haben, an welchen er keine Knorpel mehr wahrnahm.

Es ist merkwürdig, dass die Contractionskraft der Muskelfasern der Luftröhre und Luftröhrenzweige noch durch keinen directen Beweis entschieden ist. Alle Ausführungsgänge der Drüsen haben wahre Muscularcontractilität, sie sind unwillkürlich beweglich. Den Ductus choledochus der Vögel kann man bei Vivisectionen sich rhythmisch bewegen sehen, wie ich mehrmals selbst ohne Reize sah. Die Ureteren sah ich bei Säugethieren und Vögeln auf starken galvanischen Reiz sich zusammenziehen. Tiedemann sah Zusammenziehungen am Ductus deferens des Hoden beim Pferde. Aber die Zusammenziehungen der Luftröhrenfasern auf Reize sind bis jetzt nur von Krimer (*Untersuchungen über die nächste Ursache des Hustens. Leipz.* 1819.) gesehen worden. Wedemeyer dagegen beobachtete bei einem Hunde und einem Meerschweinchen weder auf mechanische, noch auf galvanische Reizungen auf den ganzen Umfang der Luftröhre, mit und ohne Trennung der Schleimhaut angewandt, irgend etwas von Contraction. Dagegen zeigte sich in den Bronchialzweigen von $\frac{3}{4}$—1 Linie Durchmesser eine allmählige Verengerung ihres Lumens, fast bis zum gänzlichen Erlöschen desselben. Bei einem lebenden

Hunde befreite Wedemeyer die Luftröhre 2 Zoll lang von allem Zellgewebe, und schnitt vorn ein Stück aus der Luftröhe aus. Wedemeyer sah bei der Reizung der hintern Wand der Luftröhre durch mechanischen und galvanischen Reiz keine Spur von Zusammenziehung. Wedemeyer öffnete nun schnell die Brust, nahm die Lungen mit ihren Bronchien heraus, und machte mehrere Durchschnitte derselben. Die Stämme der Bronchien zeigten kein Zeichen einer Zusammenziehungskraft. Dagegen glaubte Wedemeyer in kleineren Aesten von circa 1 Linie Durchmesser auf den galvanischen Reiz eine deutliche Constriction zu sehen, doch geschah diess sehr langsam. Den letzteren ähnliche Beobachtungen machte bereits Varnier. Man sieht, dass die Luftröhre bis in ihre Verzweigungen sich wahrscheinlich nicht bei den Athembewegungen rhythmisch mitbewegt. Eine rhythmische Bewegung, die in diesem Falle willkürlich seyn könnte, wäre ein ganz isolirtes Factum. Denn der Ductus choledochus zieht sich zwar auch rhythmisch zusammen, aber diese Bewegungen sind doch aller Willkür entzogen, dahingegen rhythmische Bewegungen der Luftröhre, welche mit den anderen Respirationsbewegungen gleichzeitig geschehen, auch mit diesen der Willkür unterworfen seyn müssen. Ein solcher Einfluss der Willkür bis auf die Zweige des Ausführungsganges eines Eingeweides ist im höchsten Grade unwahrscheinlich. Vielleicht könnte eine beständig sich äussernde Contractilität in den Fasern der Luftröhrenzweige, bei dem Nachlass jeder Ausdehnung durch Inspiration, zur rhythmischen Verengerung wirken. Diess könnte aber auch durch blosse Elasticität erfolgen. Bei den Vögeln giebt es allerdings willkürliche Verkürzungen der Luftröhre durch besondere Muskeln, M. sternotracheales und M. ypsilotracheales (und bei vielen Vögeln für den Zweck des Gesanges an dem untern Kehlkopfe bei der Theilung der Luftröhre noch besondere Muskeln). Sehr interessant ist, dass jene Muskeln, wie ich sehe, von einem besondern Nerven versehen sind, einem zweiten Ramus descendens N. hypoglossi, der bis fast zum untern Kehlkopfe herabgeht, und (bei dem Truthahn) die M. sternotracheales und ypsilotracheales versieht, während der N. recurrens, grösstentheils der Speiseröhre bestimmt, einen verhältnissmässig nur kurzen Ramus trachealis entgegen schickt. Ich habe noch keine Gelegenheit gehabt, Desmoulin's Angabe zu prüfen, dass die Muskeln des untern Kehlkopfs, von den unteren Cervicalnerven versehen sind. Beim Menschen scheint die Erweiterung der Luftröhrenzweige und die von Einigen beobachtete Verkürzung der Luftröhre beim Einathmen, die Verlängerung beim Ausathmen eine bloss mechanische Folge der Ausdehnung und Verengerung der Brust zu seyn. Der Kehlkopf selbst rückt beim heftigen Einathmen ein wenig nach abwärts, und beim Ausathmen wieder aufwärts.

### b. Einfluss der Nerven auf das Athmen.

Die Athembewegungen sind sehr zusammengesetzt, und dem Wirkungskreise sehr verschiedener Nerven unterworfen. Gleich-

wohl ist die Quelle der gemeinschaftlichen Thätigkeit dieser Nerven eine und dieselbe. Die Athembewegungen bestehen 1) aus Bewegungen im Gesichte, die sich aber nur selten rhythmisch äussern, wie die Erhebung und Senkung der Nasenflügel, die Anstrengung mehrerer Gesichtsmuskeln beim Athmen. Diese Bewegungen erfolgen bei unwillkürlichen heftigen Athembewegungen, und bei grosser Schwäche selbst mit, sie sind von dem Nervus facialis abhängig, den Charles Bell den Athemnerven des Gesichtes nennt. 2) Erweitern der Stimmritze beim Einathmen, Verengern derselben beim Ausathmen. Diese Bewegung ist ganz von dem Nervus vagus, und zwar von seinen beiden Kehlkopfästen, Nervus laryngeus superior et inferior seu recurrens abhängig. 3) Erweiterung der Brust beim Einathmen. Nervi spinales. Nervus respiratorius externus Bellii. Nervus accessorius Willisii, insofern er den M. cucullaris beim Heben der Schulter beherrscht. 4) Zusammenziehung des Zwerchfelles beim Einathmen. N. phrenicus. 5) Endlich Zusammenziehung der Bauchmuskeln beim Ausathmen. Nervi spinales. Wir sehen, dass zu dem System der Athemnerven der Nervus facialis, vagus, accessorius, und viele Spinalnerven, die sich in den Rumpfmuskeln verbreiten, gehören. Jeder dieser Nerven hat seinen verschiedenen Wirkungskreis, und es kann der eine ohne den andern vernichtet werden. Die Durchschneidung jedes dieser Nerven hebt seinen Antheil an diesen Bewegungen auf. Aber die Vernichtung der Medulla oblongata hebt alle Athembewegungen zu gleicher Zeit auf, auch die Wirkung derjenigen Nerven, welche von dem Rückenmark entspringen. Das Rückenmark verhält sich zu dieser Quelle der Athembewegungen gleichsam als Stamm der Nerven, die von ihm abgehen. Durchschneidet man das Rückenmark oberhalb des Abgangs der Dorsalnerven, so werden die Bewegungen der Rippen und der Bauchmuskeln gelähmt, die anderen Bewegungen dauern fort. Durchschneidet man das Rückenmark über dem Zwerchfellsnerven, so wird auch dieser mit unthätig, während die von der Medulla oblongata selbst abgehenden Nerven noch wirksam sind. Die unter der Verletzung abgehenden Nerven sind zwar noch wirksame Erreger der Bewegung, wenn man sie einzeln reizt, aber sie können nicht mehr von der gemeinsamen Quelle aller gleichzeitigen unwillkürlichen und willkürlichen Athembewegungen aus bestimmt werden. Mit der Verletzung der Medulla oblongata hören alle Athembewegungen zugleich auf, sowohl diejenigen, die vom N. vagus abhängen, als die des Rumpfes.

Legallois hat dieses Verhältniss gezeigt; er hat bewiesen, dass keine anderen Theile des Gehirns die Quelle der Athembewegungen sind, und dass man bei einem Thiere das Gehirn von vorn nach hinten allmählig abtragen kann, bis bei Verletzung der Medulla oblongata, an einer dem Abgange des Nervus vagus entsprechenden Stelle, alle Athembewegungen zu gleicher Zeit aufhören. Deswegen ist auch die Medulla oblongata gleichsam der vulnerabelste Theil, wenigstens derjenige, dessen Verletzung unter allen Verletzungen der Nerven und der Centraltheile des Nervensystems die gefährlichsten Folgen hat.

Die Verletzung des Nervus vagus am Halse lähmt die unter der Verletzung des Nerven abgehenden Zweige, also den Nervus recurrens. Die Folge davon ist, dass das Thier die Stimme verliert, und die Oeffnung der Stimmritze erschwert wird. Die Stimme kehrt jedoch nach einigen Tagen wieder, weil die Muskeln des Kehlkopfes gemeinschaftlich von dem Nervus laryngeus superior und inferior versehen werden. Nach Durchschneidung des Nervus laryngeus superior und des recurrens auf beiden Seiten ist der Kehlkopf ganz gelähmt. Magendie's Behauptung, dass der Nervus laryngeus inferior sich nur zu den Muskeln begebe, welche die Erweiterung der Stimmritze bewirken, der N. laryngeus superior zu denen, welche die Stimmritze verengern, hat sich bei näherer Untersuchung durch Schlemm und Andere nicht bestätigt. Beiderlei Nerven verbreiten sich in beiderlei Muskeln. Wenn es einen Unterschied in den Functionen beider Nerven giebt, so entsteht er gewiss nur dadurch, dass der Nervus recurrens bei seinem merkwürdigen Verlaufe und seinen Verbindungen mit dem N. sympathicus, plexus cardiacus nicht allein Fasern von dem willkürlichen Bewegungsnerven Vagus, sondern auch viele Fasern vom Sympathicus enthält. Wir wissen nicht, ob der N. recurrens willkürliche Bewegungen der Kehlkopfmuskeln hervorbringen kann. Andere tiefe Zweige des N. vagus, welche sich viel mit dem Sympathicus verbinden, sind keiner Leitung zur willkürlichen Bewegung mehr fähig, wie die der Speiseröhre, des Magens.

Hier ist der Ort, Charles Bell's Ansichten über die Athemnerven zu entwickeln. Der Anbick eines Menschen, im Zustande aufgeregter Thätigkeit, überzeugt uns, dass die vom Athmen abhängigen Bewegungen fast über den ganzen Körper sich erstrecken, indem sie dann an Bauch, Brust, Hals und Gesicht beobachtet werden. Die Athemnerven gehören einem zweifachen System an. Die einen dem Systeme der Spinalnerven, welche 2 Wurzeln, eine hintere sensibele, mit einem Ganglion versehene, und eine vordere motorische Wurzel ohne Ganglion haben. Zu diesem Systeme gehören alle Spinalnerven, und der Nervus trigeminus. Zu diesem Systeme der Nerven gehören unter den Athemnerven diejenigen Spinalnerven, welche zur Bewegung der Brust- und Bauchmuskeln beim Athmen dienen. Das zweite System von Nerven, welches auch Athemnerven abgiebt, besteht aus Nerven, die nur mit Wurzeln einer Art entspringen, diese Athemnerven sind der Nervus facialis, vagus, accessorius Willisii. Bell vermuthet, dass ein besonderes System von Fasern in der Medulla oblongata und im Rückenmark die gleichzeitigen und übereinstimmenden Wirkungen der Athemnerven der 2 Systeme beherrsche. Alle Athemnerven dienen auch vorzugsweise dem Ausdruck der Leidenschaften. Ausser der Concurrenz eines grossen Theils der Spinalnerven zum Athmen, unterscheidet Bell als besondere Athemnerven für besondere Regionen:

1) Nervus vagus, Athemnerve des Kehlkopfs.

2) N. facialis, Athemnerve des Gesichtes. Die Wirkungen dieses Nerven treten beim Athmen um so mehr hervor, je angestrengter es ist, z. B. bei aufgeregter Thätigkeit und bei sehr ge-

schwächten Menschen. Die Erhebungen und Senkungen der Nasenflügel und die Verzerrungen der Gesichtsmuskeln bei diesem ängstlichen Athmen sind von jenem Nerven abhängig. Die Durchschneidung dieses Nerven nimmt dem Antlitze seine Sympathie mit den Athemorganen und den Ausdruck des Affectes. Bei den Thieren nimmt die Ausbildung dieses Nerven mit dem Mangel der leidenschaftlichen Bewegungen in ihrem Gesichte ab.

3) Der obere Rumpfathemnerve, Nervus accessorius Willisii, ausgezeichnet durch seinen merkwürdigen Verlauf, dass seine vom obern Theile des Rückenmarks kommenden einfachen, zwischen den doppelten Wurzeln der Spinalnerven entspringenden Wurzeln, zu seinen Wurzeln von der Medulla oblongata aufsteigen, dass er also mit einem grossen Theile seiner Wurzeln in die Schädelhöhle aufsteigt, um als Nervenstamm wieder aus ihr herauszutreten. Dieser Nerve verstärkt zum Theil den Vagus, und beherrscht die Thätigkeit des Musc. cucullaris bei Ausübung seiner Functionen als Athemmuskel, indem er durch das Heben der Schulter die Brust von ihrem Gewichte befreit. Durchschneidet man den Nervus accessorius bei einem lebenden Thiere, so hört nach Bell die Mitwirkung jenes Muskels beim Athmen auf, während die Fähigkeit desselben zu willkürlichen Bewegungen (durch Aeste von Cervical-Nerven) noch fortdauert.

4) Der grosse innere Athemnerve. Nervus phrenicus. Zwerchfellsnerve.

Auf den Nervus thoracicus posterior ist von Bell mehr Gewicht gelegt worden, als er verdient.

Die Quelle aller dieser Nervenwirkungen ist, wie wir gesehen haben, die Medulla oblongata. Ihre Verletzung hebt alle Athembewegungen auf. Dagegen eine Verletzung des Rückenmarks im 5. Halswirbel, welche den N. phrenicus noch nicht betheiligt, nach Bell das Athmen durch den Nervus phrenicus, accessorius und respiratorius externus noch nicht aufhebt. Hier erfolgt die Exspiration durch blosse Elasticität der Brust- und Bauchwände. Dagegen athmet nach Bell ein neugebornes Kind noch, wenn das Gehirn grösstentheils zerstört ist, wenn nur die Quelle der Athemnerven in der Medulla oblongata unverletzt ist. Bell *physiol. pathol. Untersuchungen des Nervensystems,* übers. von M. H. Romberg. *Berlin* 1832. *p.* 126. 338. Vergl. Mueller's *Archiv.* 1834. 168.

Ich habe schon angeführt, dass das ganze respiratorische System der Nerven dem Ausdrucke der Leidenschaften dient. Dasselbe wird aber auch in vielen anderen Fällen gleichzeitig oder in einzelnen Theilen seiner Wirkungssphäre afficirt. Die asthmatischen Nervenaffectionen sind ein Beispiel von convulsivischer Affection des Systems aller Athemnerven. Aber ein Umstand, worauf Bell nicht aufmerksam gemacht hat, und der mir sehr viel Licht über viele Erscheinungen zu verbreiten scheint, ist, dass das System der Athemnerven durch locale Reize in allen Theilen, welche mit Schleimhäuten versehen werden, in krankhafte Thätigkeit zu Erzeugung convulsivischer Bewegungen gesetzt werden kann. Reize auf die Schleimhaut der Nase bewirken Niesen, Reize

im Schlund, in der Speiseröhre, im Magen, im Darm bewirken die Concurrenz der respiratorischen Bewegungen zum Erbrechen, heftige Reizung im Mastdarme, in der Urinblase, im Uterus, bewirken die Concurrenz der respiratorischen Bewegungen zum unwillkürlichen Stuhlgang, und Harnlassen und zum Austreiben der Frucht. Reize der Schleimhaut des Kehlkopfes, der Luftröhre, der Lungen, ja selbst ein Jucken erregender Reiz in der eustachischen Trompete bewirken Husten.

Alle diese Bewegungen, Husten, Erbrechen, krampfhaft unwillkürlicher Stuhlgang, unwillkürliches, mit Zwang verbundenes Harnlassen, werden mit Hülfe der Respirationsbewegungen ausgeführt. Der locale Reiz wirkt hier von der innern Haut der Eingeweide auf die darin sich verzweigenden Aeste des Sympathicus, bei Magen, Schlund, Kehlkopf, Lungen auch auf die Aeste des N. vagus, in der Nase auf Nasaläste des N. trigeminus, und reflectirt sich auf die Quelle der Athembewegungen in der Medulla oblongata und auf das Rückenmark, von welchen aus nun die Gruppen der respiratorischen Bewegungen ausgehen, welche Erbrechen, Husten, Niesen etc. bewirken. Reizung der Nasaläste des N. trigeminus in der Nase bewirkt Niesen, und selbst dann, wenn die Reizung secundär ist, wenn z. B. der Reiz des Sonnenlichtes auf den Sehnerven zuerst, dieser auf das Gehirn wirkt, das Gehirn eine secundäre Erregung der Nasennerven und gleichzeitig der Athemnerven verursacht. Ich niese, wie viele Andere, sobald ich helles Sonnenlicht sehe. Reizung des vagus allein in Kehlkopf, Luftröhre, Lungen erregt Husten, Reizung des Schlundastes des vagus und des glossopharyngeus im Schlunde, des vagus im Magen erregt Erbrechen. Wir wollen nun die einzelnen Gruppen dieser sympathischen Respirationsbewegungen durchgehen.

Alle einzelnen Athembewegungen können isolirt ausgeführt werden, und verbinden sich zuweilen zu Gruppen, wie sie in der Regel beim Athmen nicht stattfinden.

Die Zusammenziehung des Zwerchfells, verbunden mit den Athembewegungen zum Ausathmen, findet beim gewaltsamen Austreiben eines Körpers aus Theilen der Bauchhöhle, willkürlich oder unwillkürlich statt, z. B. willkürlich beim Stuhlgang und Harnlassen, unwillkürlich beim Erbrechen, Gebären, unwillkürlichen Stuhlgang nach zu langem Zurückhalten der Excremente und beim unwillkürlichen Harnlassen nach zu langem Zurückhalten des Harns. Sowohl der Schlund als Magen, als Mastdarm, die Urinblase, der Uterus, alle diese Theile stehen durch ihre Nerven in einem solchen Zusammenhang mit den Gehirn- und Rückenmarksnerven, dass jeder heftige Reiz in Schlund, Magen, Mastdarm, Urinblase, Uterus nicht bloss die Zusammenziehung dieser Theile, sondern auch die Zusammenziehung der Bauchmuskeln und des Zwerchfells verursacht zum Austreiben des Reizes nach oben oder nach unten. Diese Wirkung geschieht durch Reflexion der Reizung von Aesten des Nervus vagus im Schlunde und Magen auf das Gehirn und von sympathischen Zweigen des Magens auf das sympathische System und auf Gehirn und Rückenmark, durch Reflexion der Reizung von Nerven des Mastdarms,

des Uterus, der Urinblase, theils sympathischen Nerven, theils Aesten der Sacralnerven auf das Rückenmark. Bei allen jenen Bewegungen zum Austreiben eines Theiles nach oben oder nach unten, wird die Stimmritze eine Zeitlang verschlossen.

Für die Genesis des Erbrechens ist eine Beobachtung von mir sehr instructiv, dass, wenn man bei einem Kaninchen die Unterleibshöhle öffnet, und den N. splanchnicus (an der innern Seite der Nebenniere) auf der linken Seite blosslegt, diesen Nerven mit einer Nadel zerrt, öfter eine Zuckung der Bauchmuskeln entsteht. Beim Hunde habe ich diess nicht wieder gesehen.

Beim Husten wird die Reizung des N. vagus in Kehlkopf, Luftröhre, Lungen auf die Medulla oblongata verpflanzt. Die Medulla oblongata erregt darauf Zusammenziehung der Stimmritze, mit krampfhaften Exspirationsbewegungen der Brust- und Bauchmuskeln, wobei in jeder Exspirationsbewegung die vorher geschlossene Stimmritze sich etwas öffnet, und ein lauter Ton entsteht. Das Zwerchfell hat mit dem Husten nichts zu thun, als dass zuweilen vor dem Husten ein tieferes Einathmen erfolgt. Nach Krimer (*Untersuchungen über den Husten*) und Brachet kann man nach Durchschneidung des Nervus vagus auf beiden Seiten bei einem Thiere keinen Husten mehr durch heftige Reizung der innern Fläche der Luftröhre erregen. Nach Durchschneidung des N. sympathicus am Halse kann man nach Krimer allerdings noch Husten erregen.

Wir sind im Stande, den Eingang in den Kehlkopf nicht bloss durch die Schliessung der Stimmritze, sondern selbst im Rachen von dem Nasenkanal und Mundkanal abzuschliessen. Diess geschieht durch die von Dzondi entdeckte Annäherung der hinteren Gaumenbogen, die sich fast gleich zwei von der Seite sich nähernden Vorhängen aneinander legen, und durch Anlegen des hintern Theils der Zunge gegen dieses Planum inclinatum. Diese Bewegung geht jedesmal dem Niesen vorher.

Das Niesen ist eine heftige plötzliche Zusammenziehung der Exspirationsmuskeln, nachdem die Luftgänge vorher vorn abgeschlossen waren. Diese Verschliessung ändert sich im Moment der heftigen Exspiration in ein plötzliches Oeffnen des Mundganges und Nasencanales zugleich, oder des Nasencanales allein. Mit dem Zwerchfelle, das so viele ältere und neuere Autoren nach dem Volksglauben eine Rolle spielen lassen, hat das Niesen gar nichts zu thun. Das Zwerchfell ist kein Musculus exspiratorius, und nur bei dem dem Niesen vorhergehenden tiefen Einathmen ist das Zwerchfell thätig. Die weitläufigen Nervensympathien zur Erklärung des Niesens scheinen ganz unnöthig. Bei der falschen Supposition, dass das Niesen durch das Zwergfell erfolge, liess man die Reizung des Nasalnerven auf den tiefen Zweig des N. vidianus und auf den sympathicus, und von dort auf die Halsnerven und den N. phrenicus sich fortpflanzen. Selbst Arnold spricht noch davon. Da nicht das Zwerchfell, sondern die Exspirationsmuskeln den Act des Niesens (mit vorhergehender Abschliessung des Mund- und Nasencanals) bewirken, so ist es am einfachsten, als Vermittler zwischen den Nasalästen des Trigemi-

nus, den Exspirationsmuskeln und den Muskeln des Gaumensegels, die Medulla oblongata selbst anzusehen, nach Analogie der sympathischen Bewegung der Iris durch den Lichtreiz. Denn hier wirkt, wie es sich deutlich zeigen lässt, der Lichtreiz weder unmittelbar auf die Ciliarnerven, noch von der Netzhaut auf die Ciliarnerven. Die Arteria centralis ist zwar nach Tiedemann's Entdeckung von einem feinen Zweigelchen vom Ciliarknoten begleitet. Diess Zweigelchen verbreitet sich aber auf der Arteria centralis retinae, und steht mit der Retina in keinem erwiesenen Zusammenhange. Bei voller Lähmung der Retina bewirkt das Licht in der Regel keine Zusammenziehung der Iris mehr, wohl aber noch durch das gesunde Auge eine Zusammenziehung der Iris des kranken Auges. (Es giebt indess Ausnahmen von dieser Regel, welche Tiedemann *Zeitschr. für Physiol.* 1. 252. zusammengestellt hat.) Die Bewegung der Iris erfolgt daher auch offenbar durch eine Reflexion der Reizung der Retina auf das Gehirn, vom Gehirn zurück auf den N. oculomotorius, und das Ganglion ciliare. Die Sympathieen eines grossen Theils von Nerven mit einer örtlichen Reizung durch Vermittelung des Gehirns und Rückenmarks, werden sehr gut erläutert durch die bei der Narcotisation eines Thiers erfolgenden Erscheinungen, wo eine leise Berührung auf der Haut schon allgemeine tetanische Krämpfe erzeugt.

Das Gähnen ist eine tiefe und langsame Inspiration und Exspiration mit Antheil der Respirationsmuskeln des Gesichts, die vom facialis abhängig sind. Der Mund wird dabei weit geöffnet, eine Bewegung, die auch vom N. facialis durch den Musc. digastricus beherrscht wird. Das Gähnen erfolgt gewöhnlich nach einer Ermüdung, besonders leicht und häufig bei Menschen mit gereiztem und geschwächtem Nervensysteme, auch bei der Schläfrigkeit, bei dem Eintritte eines Fiebers. Dass es von Hindernissen im kleinen Kreislauf entstehe, scheint mir eine durchaus falsche Supposition. Lachen und Weinen sind auch mit Affectionen der Respirationsnerven, im Gesichte und am Rumpfe verbunden.

Das Schluchzen ist eine wahre Zwerchfellsaffection, ein abruptes Einathmen bloss durch das Zwerchfell; zuweilen zieht sich das Zwerchfell zusammen, während die Stimmritze zugleich geschlossen ist. Das Schluchzen entsteht meist durch Druck auf Schlund, Speiseröhre beim Verschlingen zu grosser Bissen, oder bei zu schneller Aufeinanderfolge der Verschlingungen. Häufig ist es ein Zeichen von Nervenaffection. Nach Krimer soll man das Schluchzen bei Thieren durch Reizen und Drücken des linken Magenmundes hervorbringen können.

Alle Athembewegungen erfolgen ausser dem Einfluss des Willens unwillkürlich, und sind doch auch innerhalb einer gewissen Grenze dem Willen unterworfen. Sie erfolgen, ohne dass wir es wissen, im Schlafe und zu anderer Zeit in beständigem Rhythmus; häufig als blosse periodische Inspirationen, in deren Zwischenzeiten die Theile wieder durch die Elasticität sich verengern, häufig auch als abwechselnde Inspirations- und Exspirationsbewegungen. Sind die Lungen zum Theil zerstört, oder mit Blut überfüllt, so kann in gleichen Zeiten viel weniger geathmet werden, und die Athem-

bewegungen sind dann in gleichem Grade schneller. Die Athembewegungen sind insofern dem Willen unterworfen, als wir den Eintritt der einzelnen Athemzüge, aber nur innerhalb einer gewissen Grenze, willkürlich bestimmen, dieselben verkürzen, verlängern, verschieben können, und die Athembewegungen auf einzelne Gruppen der Respirationsmuskeln beschränken können, indem wir z. B. bald mit den Brustwänden, bald mit dem Zwerchfelle, bald mit beiden zugleich die Inspirationsbewegung machen. Diese Willkür üben wir wie bei fast allen Bewegungen, die von Gehirn- und Rückenmarksnerven abhängig sind, aus, und die Willkür dauert so lange, als die entsprechenden Nerven noch mit dem Gehirne und Rückenmark in Verbindung stehen. Ausserordentlich merkwürdig und räthselhaft ist nun aber der Rhythmus der unwillkürlichen Athembewegungen, welcher, wie wir schon gesehen haben, auch in der Medulla oblongata seine Quelle hat. Bei dem Fötus fehlen diese Athembewegungen bis nach der Geburt. Es liegt sehr nahe zu glauben, dass der Einfluss der atmosph. Luft auf die Lungen-, Luftröhren- und Kehlkopfnerven die Ursache der Athembewegungen sey, insofern die Reizung der feinsten Zweige der Nervi vagi in diesen Theilen nach dem Gehirne und der Quelle der Athembewegungen verpflanzt werde. Diess ist indess unzweifelhaft falsch; denn wenn diess richtig wäre, so müsste die Zerschneidung der Nervi vagi am Halse mit gleichzeitiger Durchschneidung des höher abgehenden Nervus laryngeus superior bei Thieren das Athmen ganz aufheben, weil dadurch die Empfindung des Reizes der atmosph. Luft in den Lungen und im Kehlkopfe aufgehoben wird. Ich habe diess beim Kaninchen gethan, ich habe den Nervus vagus auf beiden Seiten durchschnitten, und nachdem ich eine Oeffnung in die Luftröhre zur Unterhaltung des Athmens gemacht, auch den Nervus laryngeus superior durchschnitten, ja hernach den ganzen Kehlkopf ausgeschnitten, aber der Rhythmus der Athembewegungen dauerte unverändert fort, so wie er nach der Durchschneidung der Nervi vagi zu seyn pflegt. In dem Fötuszustande ist aber allerdings die Luftröhre und der Kehlkopf in einem unempfindlichen Zustande, da der Liquor amnii nach Scheel's Untersuchungen in beide eindringt, während beim Erwachsenen die geringste Flüssigkeit an der Stimmritze heftige Bewegungen erzeugt.

Die Ursache des ersten Athmens nach der Geburt scheint mir allein in dem Reize zu liegen, welchen das in den Lungen sogleich sich oxydirende Blut auf das Gehirn, und vorzüglich die Medulla oblongata als Quelle der Athembewegungen ausübt, während diese Organe bisher in einem mehr schlummernden Zustande sich befanden. Das Blut des neugebornen Kindes wird, sobald es geboren ist, in den Lungen schon hellroth, das hellrothe Blut gelangt in wenigen Augenblicken ins Gehirn, und auf der Stelle beginnen die Athembewegungen. Bei dem Athmen der Frösche in Wasserstoffgas oder in Stickgas hören die Athembewegungen allmählig nach einigen Stunden auf, weil der dazu nöthige Reiz, das hellrothe Blut fehlt. Werden die Frösche in die atmosphärische Luft gebracht, so kehren sie, wenn nur ihr Herz, wenn

gleich in noch so grossen Pausen, schlägt, ins Leben zurück, indem ihre Athembewegungen allmählig wieder anfangen. Vergl. oben meine und BERGEMANN's Versuche pag. 322. 323.

BARTELS (*die Respiration als vom Gehirne abhängige Bewegung und als chemischer Process. Breslau* 1813. 99.) behauptete, die Anhäufung des venösen Blutes im Gehirne beim Ausathmen habe Einfluss auf die Hirnwirkung beim Athmen. Allein TREVIRANUS sah die Athembewegungen der Frösche nach Unterbindung der Blutgefässe fortdauern (*Biol.* 5. *p.* 260.) und LEGALLOIS sah enthauptete Kaninchen den Mund wiederholt wie zum Athmen öffnen und schliessen. *l. c. p.* 29.

Die Zerschneidung des Nervus recurrens auf beiden Seiten ist bei jungen Thieren oft tödtlich, wie LEGALLOIS fand; bei erwachsenen Thieren ist sie nicht tödtlich. Die Zerschneidung eines Nervus vagus ist nicht tödtlich, aber die gleichzeitige Zerschneidung beider Nervi vagi ist immer tödtlich, der Tod erfolgt innerhalb mehrerer Tage. Die Ursachen des Todes nach dieser Operation haben die Physiologen seit RUFUS EPHESIUS und GALENUS beschäftigt, in der neuern Zeit hat man diese Untersuchungen gründlicher angestellt, aber man kann immer noch nicht sagen, durch welche Entziehung zunächst diese Verletzung tödtet. Die Athembewegungen sind davon grösstentheils unabhängig. Der Nervus recurrens wird zwar dabei und also die Muskeln des Kehlkopfes halb gelähmt; allein man weiss, dass die Durchscheidung der Nervi recurrentes keinen tödtlichen Erfolg hat. DUPUYTREN (*Biblioth. méd.* 17.) fand, dass ein Pferd, dessen beide Nervi vagi durchschnitten waren, innerhalb einer Stunde, ein Hund innerhalb 2—3 Tagen stirbt, und dass der Tod mit immer zunehmenden Beschwerden der Respiration erfolgt. Das Blut in den Carotiden war allmählig dunkler geworden. Hieraus schloss man, dass der chemische Process des Athmens durch jene Verletzung aufgehoben werde. Diese Ansicht war indess schon darum verdächtig, weil das Blut schon ausser dem thierischen Körper die beim Athmen gewöhnliche Veränderung erleidet. In Hinsicht der Kritik dieser Beobachtungen verweise ich auf die unten angeführten vortrefflichen Abhandlungen von EMMERT, welche die vollständigste Zusammenstellung der früheren Versuche enthalten.

Bald zeigte auch BLAINVILLE (*Nouv. bullet. de la soc. philom.* 1808.) durch Versuche an Vögeln, dass diese nach Durchschneidung der Nervi vagi eben so viel Sauerstoffgas verzehren und Kohlensäure absondern, als im gesunden Zustande, dass die Farbe des Bluts sich eben so noch in den Lungen verändert. Die Vögel leben nach dieser Operation noch ziemlich lange, 6—7 Tage, Kaninchen sterben schon nach circa 7 Stunden. Die Vögel sterben nach völliger Abzehrung. Daher BLAINVILLE die Ursache des Todes in der Störung der Verdauung sucht, was jedenfalls schon nicht auf die Kaninchen und Säugethiere überhaupt passt. DUMAS (*Journ. gén. d. médec. T.* 33. 1808. *Dec.*) fand, dass atmosphärische Luft oder Sauerstoffgas in die Lungen eingeblasen dem Arterienblute wieder eine hellrothe Farbe mittheilt. Nach EMMERTS Versuchen an Kaninchen (REIL's *Archiv* 9. 380; 11. 117.) wird das

Athmen nach jener Operation seltener, langsamer, beschwerlicher. Diese Erscheinung ist ganz constant und es ist in der That sehr interessant, wie ich bei Kaninchen und Vögeln beobachtete, dass von dem Moment an, wo beide Nerven durchschnitten sind, die Athemzüge tief und langsamer werden. EMMERT fand die Umwandlung des Blutes in den Lungen nicht sehr verändert, er leitet den Tod der Thiere zum Theil von der Lähmung der eigenthümlichen Bewegung der Bronchien ab. EMMERT hat zugleich darauf aufmerksam gemacht, dass der sympathische Nerve und der N. vagus unter den Säugethieren nur bei den Kaninchen am Halse getrennt sind, dass sich aber bei den meisten Säugethieren der N. sympathicus bald nach dem Austritt aus dem Ganglion cervicale supremum mit dem N. vagus verbindet, und dass man daher den N. vagus nicht ohne den N. sympathicus unterbinden oder durchschneiden kann. (Nach BISCHOF hängt der N. sympathicus nur beim Schwein (?), Kaninchen, Maulwurf, Waldmaus nicht mit dem Vagus fest zusammen. *Nervi accessorii anatomia et physiologia. Heidelb.* 1832.; auch nicht beim Stachelschweine nach meiner Beobachtung.) EMMERT erklärte nun den verschiedenen Erfolg der Versuche von DUPUYTREN, BLAINVILLE und Andern von der Durchschneidung beider Nerven oder des einen nach den verschiedenen Thieren, welche angewandt wurden. Von DUPUYTREN waren beim Pferde beide Nerven, in EMMERT's Versuchen an Kaninchen, und BLAINVILLE's Versuchen an Kaninchen und Vögeln war dagegen bloss der N. vagus durchschnitten worden. Dass indess diess keinen besondern Einfluss haben kann, geht aus v. POMMER's Versuchen hervor, nach welchen die Durchschneidung des Nervus sympathicus auf beiden Seiten bei Thieren am Halse ganz ohne wichtige Folgen ist. Diese Versuche wurden bei Kaninchen und Hunden, bei letzteren so gemacht, dass die Scheide, welche den Sympathicus und Vagus einschliesst, geöffnet, und der Sympathicus allein durchschnitten wurde. Die Thiere zeigten bis zur 7. und 8. Woche, so lange sie beobachtet wurden, keine wichtige Veränderung. Vergl. pag. 188. Nach ARNEMANN sterben Hunde nicht immer nach Durchschneidung der Nervi vagi.

Nach PROVENÇAL (*J. gén. de méd.* 37. 1810. *Janv.*) hört der chemische Process des Athmens nach jener Operation nicht auf, wird aber vermindert. Er fand, dass die Thiere weniger Sauerstoffgas verzehren und weniger Kohlensäure bilden, und dass die thierische Wärme abnimmt. LEGALLOIS, der bereits gefunden hatte, dass ein Thier um so kürzere Zeit ohne Respiration ausdauert, je älter es wird, fand auch, dass nach der Durchschneidung der Nervi vagi der entgegengesetzte Fall eintritt. Ein neugeborner Hund stirbt nach jener Operation schon in $\frac{1}{2}$ Stunde, während sie ein erwachsener Hund 1—2 Tage überlebt, wie denn bei jungen Thieren selbst die Durchschneidung der Nervi recurrentes in $\frac{1}{2}$ Stunde tödtet, so dass bei jungen Thieren die Ursache des schnellen Todes nach der Durchschneidung der Nervi vagi die gleichzeitige Lähmung der von ihnen abgehenden Nervi laryngei inferiores und die Paralyse der Muskeln des Kehlkopfes

zu seyn scheint. Daher auch die Tracheotomie das Leben etwas verlängert. LEGALLOIS überzeugte sich auch, dass die Stimmritze, die sich beim Einathmen erweitert, bei jungen Thieren nach dieser Operation sich fast gänzlich schliesst. LEGALLOIS fand nach der Durchschneidung der Nervi vagi eine Ergiessung einer blutig serösen schäumigen Flüssigkeit in den Lungen, welche die von der Lähmung der Muskeln zur Erweiterung der Stimmritze herrührende Athembeschwerde vergrössert. Beide Ursachen, welche sich bei der Durchschneidung der Nervi vagi vereinen, scheinen hier die endliche Suffocation und den Tod zu bewirken, der nach der blossen Durchschneidung der Nervi recurrentes bei erwachsenen Thieren nicht erfolgt. Nach DUPUY sterben Pferde und Schafe nach der Durchschneidung der Nervi vagi in einer Stunde, wenn aber die Tracheotomie gemacht worden, nach mehreren Tagen. Hier ist gleichsam die Wirkung der Lähmung der Nervi recurrentes getrennt von der Wirkung der Lähmung der Pulmonalzweige der Nervi vagi. Indess glaubt DUPUY, dass die Lähmung der Lungen nicht allein durch die Ergiessung von Flüssigkeiten, sondern auch durch vermindertes Athmen Suffocation bewirke. Die Ursache der Ergiessung von Flüssigkeiten aus den Lungengefässen in die Lungenzellen und die Bronchien ist übrigens leicht aus den pag. 241. angestellten Betrachtungen einzusehen.

Nach KRIMER soll nach der Durchschneidung der Nervi vagi eine Ergiessung von Faserstoff in die Lungenzellen erfolgen, was, wenn es richtig, eine Thatsache von Wichtigkeit wäre.

MAYER (TIEDEM. *Zeitschr. für Physiol.* 2. 74.) beobachtete als eine constante Erscheinung nach zahlreichen Versuchen über die Unterbindung und Durchschneidung des N. vagus, dass, wenn der Tod längere Zeit nach der Operation erfolgt, in dem Blute der Lungen und des Herzens sich feste weisse Coagulationen vorfinden, welche die Arterien und Venen der Lungen, so wie auch die Höhlen des Herzens ganz ausfüllen. Diese Coagulationen sind noch weich und bestehen aus schwarzem Gerinnsel, wenn der Tod bald nach der Unterbindung oder Durchschneidung des N. vagus eintritt; aber wenn der Tod erst nach 48 Stunden oder später eintritt, so sind diese Coagulationen weiss. Diese Beobachtungen sind sehr interessant. In 4 Versuchen, bei 2 Hunden und 2 Kaninchen, die unter meiner Leitung angestellt wurden, fanden sich nach *Durchschneidung* der Nervi vagi, als die Thiere ganz unmittelbar nach dem erfolgten Tode untersucht wurden, nur 2 mal im linken Herzen ein erbsengrosses Coagulum, keines in den Lungengefässen. Eine zweite Erscheinung und Ursache des Todes, die zwar nicht immer nach dieser Operation, aber doch häufig eintritt, ist nach MAYER das Hineintreten von aus dem Magen regurgitirtem Futter durch die ohnehin mehr erschlaffte und unempfindliche Glottis in die Luftröhre und Bronchien. Nach MAYER wird nach der Operation der Herzschlag viel schneller, die Respiration immer langsamer.

Reiht man alles zusammen, was die verschiedenen Beobachtungen ermittelt, so tödtet die Unterbindung oder Durchschnei-

dung des Nervus vagus durch den Zusammenfluss verschiedener, zuletzt Suffocation herbeiführender Umstände.. Diese sind:

1. Die unvollkommene Lähmung der Bewegungen zur Veränderung der Stimmritze.
2. Die Exsudationen in den Lungen.
3. Der veränderte chemische Process in den Lungen.
4. Die von Mayer beobachtete Gerinnung des Blutes in den Gefässen. Vergl. über diesen Gegenstand Lund *Vivisectionen p.* 222—243.

---

# *II. Abschnitt.* Von der Ernährung, vom Wachsthum und von der Wiedererzeugung.

## *I. Capitel.* Von der Ernährung.

### a. Process der Ernährung.

Die Ernährung ist kein Gegenstand mikroskopischer Beobachtung. Doellinger und Dutrochet wollen zwar bemerkt haben, dass Blutkörperchen in den Capillargefässen ihre Beweglichkeit verlieren und sich mit der Substanz verbinden. Ich habe auch öfter ein Stocken der Blutkörperchen beobachtet; allein fortgesetzte Beobachtungen haben mich immer gelehrt, dass im Zustande der kräftigen Gesundheit eines Thiers die Blutkörperchen in den mikroskopisch untersuchten Theilen immer aus den Arterien in die Venen übergehen, und ich halte die Theorie der Ernährung durch Aggregation der Blutkörperchen oder der Kerne der Blutkörperchen für entschieden falsch. So weit ist die Mikrometrie und der Gebrauch guter Instrumente in der Physik der organischen Körper schon gekommen, dass sich aus der blossen genauen Vergleichung der Grössen jene Theorie widerlegen lässt. Was zu einer solchen Genauigkeit gehört, habe ich in der Vorrede zu diesem Werke auseinandergesetzt, und bemerkt, dass mikrometrische Messungen, um als Basis für wissenschaftliche Untersuchungen und Vergleichungen zu dienen, nicht bloss direct gemacht seyn müssen, sondern dass das Wichtigste und Unerlässlichste für diesen Zweck ist die Vergleichung eines Körperchens,

das als Einheit oder Maassstab gebraucht werden kann, mit einem andern zu messenden Theile, neben einander unter dem Mikroskop, wie zum Beispiel die mikroskopische Vergleichung der Blutkörperchen des Menschen mit Primitivfasern der Nerven, der Muskeln, die zu gleicher Zeit observirt werden. Da nun die Blutkörperchen des Menschen nach nahe übereinstimmenden zuverlässigeren Beobachtungen von Kater, Wollaston, Prevost und Dumas, Weber, Wagner und von mir sehr sicher zu 0,00020 P. Z. angenommen werden können (vergl. pag. 98.), so hat man einen sichern Maassstab. Ich bediene mich zur Vergleichung als Maassstab der Blutkörperchen des Menschen, die man sogleich durch einen Hautritz an sich selbst haben kann, und der Blutkörperchen des Frosches, die im Durchmesser circa 4 mal grösser sind, so wie der durch Essigsäure dargestellten Kerne der Blutkörperchen der Frösche, die im Durchmesser $\frac{1}{4}$—$\frac{1}{3}$ so gross als die ganzen Blutkörperchen sind.

Die Blutkörperchen sind offenbar zusammengesetzte Körper, sie enthalten bei den Fischen, Amphibien, Vögeln, Säugethieren und Menschen Kerne. Die Form der Blutkörperchen ist eigenthümlich und stimmt nicht mit den Elementen der Organe überein, was man auch darüber zu voreilig gesagt hat. Die Muskelfasern und Nervenfasern sollten zwar aus aggregirten Kügelchen bestehen. Allein die Blutkörperchen sind bei keinem Wirbelthiere Kügelchen, sondern Scheiben. Prevost und Dumas und Edwards halten die Kerne der Blutkörperchen für die Elemente der Fasern. Allein so gross auch meine Hochachtung für diese Naturforscher ist, so kann ich doch einen Widerspruch ihrer Ansichten mit meinen Beobachtungen nicht unberücksichtigt lassen. Ich habe mich niemals deutlich überzeugen können, dass die Primitivfasern der Muskeln und Nerven aus Kügelchen bestehen, ich sehe nur Fasern mit dicht folgenden Anschwellungen in den Muskeln, wie denn auch C. A. Schultze (*vergl. Anat.* 123.) die Kügelchen in den Muskelfasern nicht finden konnte. Ich finde sie noch weniger in den grösstentheils ganz gleichförmigen Nervenfasern, sondern nur Unebenheiten der Oberfläche. Nur wenn man bei dem Schimmer des Sonnenlichtes observirt, sieht man, wie in allen Geweben, Kügelchen, die man aber nicht von Unebenheiten der Oberfläche unterscheiden kann. Von den Anschwellungen der Fasern des Gehirns und Rückenmarks, die Ehrenberg entdeckte, rede ich nicht. Diess sind Varicositäten der Nervenröhren mit ansehnlichen gleichförmigen Zwischenstellen.

Die Blutkörperchen des Frosches sind nach meinen Untersuchungen 5—8 mal grösser als die Primitivfasern seiner Muskeln. Die Blutkörperchen des Kaninchens sind 5—6 mal grösser als die Primitivfasern der Muskeln, die perlschnurartig aussehen, wenn sie nach 14tägiger Maceration (Winter) sichtbar geworden sind. Die Primitivfasern der Nerven, welche dicker sind, als die der Muskelfasern, stimmen auch nicht mit den Verhältnissen der Blutkörper und ihrer Kerne überein. Zudem sind die Kerne

der Blutkörperchen, wie ich gezeigt habe, gar keine Kügelchen bei den Amphibien, sondern elliptisch und beim Salamander sogar platt; wie können daraus die Primitivfasern der Muskeln und Nerven entstehen?

Die Capillargefässe verbreiten sich zuletzt nicht mehr auf den Primitivfasern der Muskeln, der Nerven; dazu sind diese zu klein, sie sind ja dünner als die Capillargefässe von 0,00020—0,00050 P. Z. Durchmesser. Der Stoffwechsel kann daher nur durch die Capillargefässwände hindurch geschehen. Diese Ernährung durch die Capillargefässwände hindurch geschieht aus aufgelösten Theilen des Blutes, während die unaufgelösten Blutkörperchen sichtbar aus den Arterien in die Venen übergehen. Die wichtigsten Materiale der Ernährung sind offenbar das Eiweiss und der aufgelöste Faserstoff. Ein Theil derselben kann die Wände der Capillargefässe durchdringen, sie tränken die Partikeln der Gewebe, und die Lymphgefässe führen die zur Ernährung überflüssigen Theile des in die Partikeln der Organe eindringenden aufgelösten Faserstoffs und Eiweisses aus den Geweben wieder ab, ins Blut. Hier ist nun von Wichtigkeit, zu wissen, dass die Capillargefässe selbst noch Wandungen haben, was pag. 205. bewiesen worden. Nichts kann zu den Organtheilen aus dem Blute und von jenen ins Blut, ohne im aufgelösten Zustande die Capillargefässe zu durchdringen. Die auf den ersten Blick zur Erklärung der Ernährung leichtere Vorstellung, dass das Blut in den Capillargefässen nur in Aushöhlungen der Substanz fliesse, zeigt sich bei näherer Untersuchung unstatthaft. Dagegen sind die für Aufgelöstes durchdringlichen Wände der Capillargefässe auch kein Hinderniss für die Anziehung der aufgelösten Theile des Blutes. Die Ernährung geschieht nun, indem die kleinen Partikeln der Organe in den Maschen der Capillargefässnetze die aufgelösten Theile des Blutes anziehen und auch wohl Stoffe an das Blut abgeben. Wilbrand's Ideen von der Metamorphose des Blutes in den kleinen Gefässen sind gewiss ohne den Gebrauch des Mikroskops entstanden.

Ob der rothe Farbestoff der Blutkörperchen auch an Organe, die Farbestoff zu enthalten scheinen, wie die Muskeln, etwas abgebe, indem davon etwas aufgelöst wird, oder ob die Muskeln den Stoff, der sich an der Luft stärker rothet, selbst bilden, ist ungewiss. Jedenfalls sind die Blutkörperchen selbst als ganze Körperchen keine Materiale der Ernährung durch Aggregation derselben. Sie gehen beständig aus den Arterien in die Venen über. Ihre Wirkung in der thierischen Oekonomie ist gewiss äusserst wichtig, sie erleiden die beim Athmen stattfindende Veränderung, sie werden beim Durchgange durch die Capillargefässe des Körpers wieder dunkelroth. Sie sind hier in einer Wechselwirkung mit den Partikeln der Organe, welche sie dunkelroth macht, während die Blutkörperchen doch nur an den Organtheilchen vorübergehen. Sie erleiden bei jedem Circuitus innerhalb 3 Min. (p. 176.) einmal die hellrothe Färbung in den Lungen, einmal die dunkelrothe in den Capillargefässen des Körpers, sie werden in

24 Stunden circa 480 mal hellroth und dunkelroth. Sie üben im hellrothen Zustande auf die Organe, und namentlich auf die Nerven, einen zum Leben nothwendigen Reiz aus. Dieser Reiz ist aber von der Zuführung neuen Stoffes durch die Ernährung ganz verschieden. Dutrochet glaubte, dass sie elektrische Strömungen bewirken; das 3. Capitel der Lehre vom Blute (pag. 128.) war der empirischen Untersuchung dieser Hypothese bestimmt.

In der Ernährung wiederholt sich das Grundgesetz der organischen Assimilation. Jedes Organtheilchen zieht ähnliche Theilchen aus dem Blute an, und wandelt sie so um, dass sie des Lebensprincips des Organes selbst theilhaftig werden. Der Nerve bildet Nerven-, der Muskel Muskelsubstanz, selbst die organisirten pathologischen Producte assimiliren. Die Hautwarze vergrössert sich, das Geschwür ernährt seinen Boden, seine Ränder auf die für eine bestimmte Lebensart und Absonderung nöthige Weise, und die Umwandlung der Nahrungsmateriale in ein krankhaft producirendes Organ kann zum Ruin des Ganzen werden.

Die näheren Bestandtheile der Organe sind zum Theil schon im Blute vorhanden, das Eiweiss, das in so vielen Theilen, wie im Gehirne und in den Drüsen, in der Zusammensetzung so vieler anderen Gebilde im mehr oder weniger modificirten Zustande vorkömmt, ist in dem Blute schon vorhanden, der Faserstoff der Muskeln und musculösen Theile ist die gerinnbare, im Blute und in der Lymphe aufgelöste Materie, das stickstofflose Fett findet sich im freien Zustande in dem Chylus, das stickstoff- und phosphorhaltige Fett des Gehirns, der Nerven, ist im Blute schon vorhanden, und mit dem Faserstoffe, Eiweiss und Cruorin gebunden. Das Eisen der Haare, des schwarzen Pigmentes und der Crystalllinse findet sich schon im Blute vor, die Kieselerde und das Mangan der Haare, das Fluorcalcium der Knochen und Zähne sind, wegen ihrer geringen Menge vielleicht, im Blute noch nicht entdeckt worden. Diese Materien werden von den Partikeln der Organe, worin sie vorkommen, theils aus dem Blute als Aehnliches ausgezogen, theils werden die näheren Bestandtheile der Organe neu zusammengesetzt; denn unmöglich lässt sich die Ansicht durchführen, dass alle Bestandtheile der Organe schon als solche im Blute vorhanden sind, vielmehr zeigen die organischen Substanzen der meisten Theile theils viele Modificationen von Eiweiss, Faserstoff, Fett, Osmazom, theils ganz eigenthümliche Materien, wie der Leim der Knochen, der Sehnen, der Knorpel, wovon sich im Blute kein Analogon zeigt. Auch die Substanz des Gewebes der Gefässe, die verschiedenen Drüsensubstanzen lassen sich nicht ganz auf jene einfachen Bestandtheile des Blutes zurückführen. Selbst die Vergleichung des Faserstoffs der Muskeln mit dem Faserstoff des Blutes ist nicht strenge. Denn geronnener Faserstoff, geronnenes Eiweiss, zeigen bis auf das Verhalten zum Wasserstoffsuperoxyd fast gar keine chemischen Unterschiede, p. 125, und der wichtigste Unterschied ist nur, dass der im Blute aufgelöste Faserstoff jedesmal gerinnt, sobald er den thierischen Körper verlässt, Eiweiss aber nicht von selbst, sondern nur bei

70—75° C., oder durch Säuren, concentrirte Auflösung von fixem Alkali, Metallsalze gerinnt. Der Faserstoff der Muskeln verhält sich chemisch kaum ähnlicher dem geronnenen Faserstoff, als dem geronnenen Eiweiss. In Hinsicht der Lebenskräfte ist aber der Faserstoff der Muskeln von beiden verschieden. So ist auch die Vergleichung der Nervensubstanz mit Eiweiss und stickstoff- und phosphorhaltigem Fett nur durch den jetzigen Zustand der organischen Chemie zu entschuldigen.' Bei der Assimilation findet, indem die Partikeln der Organe zwischen den Capillargefäss-strömchen aufgelöstes Eiweiss und Faserstoff u. A. anziehen, nicht allein Aneignung der ähnlichen Theile, und Umwandlung der unähnlichen in ähnliche statt, sondern die assimilirenden Theilchen der Organe theilen auch den assimilirten Theilchen des Blutes ihre Kräfte mit.

Die Organe können an Umfang zunehmen, ohne dass sie assimiliren, dann häuft sich der Eiweissstoff und Faserstoff des Blutes im rohen Zustande unassimilirt zwischen den Organtheilchen an, wie in der Entzündung; eine Bemerkung, welche hinlänglich den grossen Unterschied der Entzündung von einer vermehrten Ernährung zeigt. In der Schwangerschaft nimmt das contractile Gewebe des Uterus an wahrhaft assimilirten contractionsfähigen Theilchen zu, aber in der Entzündung des Uterus wird nichts dieser Art bemerkt; die Assimilation der Theilchen des Blutes hört in der Entzündung auf, der aufgelöste Faserstoff schwitzt durch die Häute durch, oder häuft sich in den Interstitien der Organe an; diese nun das Volum des Organes vermehrende Materie ist in den Entzündungen aller Organe dieselbe, während die verschiedenen Gewebe bei der Ernährung die Theilchen des Blutes je nach ihren verschiedenen Bedürfnissen assimilirend verändern. Die Entzündung ist also offenbar kein vermehrter plastischer Process, wofür er so oft ausgegeben wird. Es erklärt sich hieraus sehr gut, warum ein Reiz, welcher die Thätigkeit eines Organes fördert, von einem Entzündungsreize sehr verschieden ist. Es giebt manche Stoffe, welche die Assimilation vermindern, indem sie entweder die Theilchen der Organe oder des Blutes verändern. Die Jodine z. B. beschränkt bei längerem Gebrauche auffallend die Ernährung. Die Neutralsalze, die Mercurialien, der Tartarus stibiatus und andere beschränken die Assimilation. Diese Mittel verändern zum Theil zunächst das Blut, wie es z. B. bei den kühlenden Salzen offenbar ist, welche selbst dem aus der Ader gelassenen Blute zugesetzt, seine Fähigkeit zu gerinnen aufheben, also die Natur des Faserstoffs verändern; hierdurch werden diese Mittel auch zur Beschränkung der Entzündung wichtig.

Zuweilen ist die Ausbildung der Säfte, des Chylus und des Blutes fehlerhaft, entweder durch Bildung fehlerhafter Nahrungsstoffe, oder durch die Wirkung eines eingeimpften Krankheitsstoffes, wie bei der Syphilis. In allen diesen Fällen, wenn die Säfte fehlerhaft sind, leidet auch die Assimilation. Es entstehen Ablagerungen fehlerhafter Stoffe, Entzündungen, Geschwüre, wie bei der Scrophelsucht, Arthritis, Lepra, Herpes, Scorbut, Syphilis etc.

Alle diese unter sich äusserst verschiedenen Krankheiten, welche man Dyskrasien nennt, haben das gemein, dass sie sich durch Ausscheidungen krankhafter Stoffe auf der Haut, durch Ausschläge und Geschwüre der Haut, oft durch Geschwüre in Schleimhäuten, im höchsten Grade durch Degenerationen der Knochen äussern. Mehrere Arzneistoffe, welche selbst die Assimilation verändern (Alterantien p. 59.) und bei längerm Gebrauche auch Geschwüre und Knochenkrankheiten erzeugen, wie der Mercur, das Antimon, sind zuweilen in einigen dieser Fälle hülfreich, nicht weil similia similibus curantur, sondern weil sie die Fähigkeit haben, die Zusammensetzung der organischen Theile zu alteriren, wodurch vorher stattgefundene Affinitäten aufgehoben und neue eingeleitet werden können, worauf die beständige Wiedererzeugung aller Theile nach dem Urbilde des Ganzen von selbst (nicht der Mercur) die weitere Ausgleichung und Heilung bewirkt.

In mehreren dieser Krankheiten ist das lymphatische System, die Lymphgefässe und Lymphdrüsen, besonders mit afficirt. Von dem gewöhnlichen Gesichtspunkte, dass die Lymphgefässe bloss eben zur Aufsaugung dienen, lässt sich diess Leiden des lymphatischen Systems bei mehreren dieser Krankheiten, besonders bei der Scrophelsucht, nicht recht verstehen. Wenn man aber weiss, dass die Lymphe (ausser den Lymphkügelchen) fast ganz mit dem Liquor sanguinis (ohne die Blutkörperchen) übereinkommt, und dass man die Lymphe gleichsam Blut ohne rothe Körperchen, das Blut Lymphe mit rothen Körperchen nennen kann, indem die Lymphe und der Liquor sanguinis aufgelöstes Eiweiss und aufgelösten gerinnbaren Faserstoff enthalten; wenn man weiss, dass die Lymphgefässe den bei der Circulation theilweise in die Partikeln der Organe eindringenden Liquor sanguinis wieder, so viel zur Ernährung überflüssig ist, abführen: so sieht man leicht ein, dass die Veränderungen in der Mischung des Liquor sanguinis nicht allein die Capillargefässe irritiren und Entzündung in den Capillargefässen erregen müssen, sondern dass eine und dieselbe Flüssigkeit auch wieder in den lymphatischen Gefässen Irritation erzeugen muss. Daher mangelhafte Bereitung des Blutes, chemische Veränderungen in der Mischung des Blutes nothwendig auch in vielen Fällen Krankheitserscheinungen in den kleinsten Blutgefässen und im lymphatischen Systeme erzeugen müssen, welches zugleich, wie wir pag. 267. gesehen haben, so vielen Antheil an der Umwandlung des Eiweisses in aufgelösten Faserstoff hat. Alle andere im Blute aufgelösten Theile, Salze, ihre fehlerhafte Mischung müssen auch wieder auf den Zustand der Lymphgefässe Einfluss haben. In denjenigen Krankheiten, in welchen die aufgelösten Theile des Blutes weniger fehlerhaft gebildet sind, als der Cruor oder die Blutkörperchen, welche nicht in die Lymphgefässe eingehen, werden auch weniger Krankheitserscheinungen in dem lymphatischen System auftreten, wie im Scorbut. Das fernere Studium der Mischungskrankheiten der Säfte wird daher in der früher angegebenen Analyse der Lymphe und des Blutes eine solidere Basis erhalten.

Die Ernährung aller Theile nach dem Urbilde des Ganzen

setzt eine Fortdauer der Kraft voraus, die alle Unterschiede, alle Organe zuerst als Glieder des Ganzen oder Theile des Begriffes erzeugt, jener Kraft, welche in dem Keime vor der Erzeugung der Organe vorhanden ist, wenn der Keim noch das thierische Wesen *potentia* ist, welches *actu* bei der Entwicklung seine Organe erzeugt, erneut und erhält. Die Ernährung ist also gleichsam die fortdauernde Wiedererzeugung aller Theile durch die Kraft des Ganzen; aber diese Wiedererzeugung ist bei dem erwachsenen Menschen nur durch Assimilation, durch Verbindung der neuen Materie mit den assimilirenden Theilen möglich, während bei dem Embryo ohne organisirte Grundlage die unvertheilte Kraft des Ganzen die organisirte Grundlage vielmehr erst erzeugt. Gleichwohl sind alle Organe bis zum Zerfalle des Ganzen zum Zusammenwirken aller assimilirenden Theile von der einen organisirenden Kraft des Ganzen beherrscht, deren Wirkungen wir durch Ausgleichung feiner materieller Veränderungen in den Krankheiten als Heilkraft der Natur bewundern, während die Herstellung verlorner organisirter Theile in den meisten Fällen nach der ersten Zeugung ihr unmöglich ist. Vergl. *Prolegomena* pag. 23. In einigen Krankheiten zeigt sich eine solche fehlerhafte Bildung der thierischen Materie, dass die Assimilation zu den Gewebetheilchen der Organe in einzelnen Theilen ganz aufgehoben wird, und wegen des Vorwaltens fremdartiger Affinitäten nur Afterbildungen entstehen, wie bei dem Krebs und Markschwamm.

Mit dem Leben ist ein beständiger Wechsel der Materie verbunden. Diess zeigt das Bedürfniss der Nahrungsstoffe im Verhältniss der Ausscheidungen. Nun frägt sich aber: wechseln die Bestandtheile der Säfte, oder wechseln selbst die Materien der organisirten Theile?

1. Wechsel der Materie in den Säften. Es liegt am nächsten, den Wechsel der Materie zunächst in den Säften anzunehmen, und zu behaupten, dass dieser tägliche Umtausch von mehreren Pfunden Nahrung gegen mehrere Pfunde zersetzter Stoffe, die mit der Hautausdünstung, beim Athmen, mit dem Harnabgang u. s. w. verloren gehen, bloss innerhalb der Säfte vor sich gehe, während die organisirten Theile selbst daran wenig Antheil nehmen. Die Säfte erleiden, indem sie zur Unterhaltung des Lebens dienen, beständige Zersetzungen, und man könnte hierin die thierische Maschine mit einer andern Maschine, z. B. Dampfmaschine, vergleichen, welche eine gewisse Quantität Brennmaterial zur Erzeugung der Wasserdämpfe erfordert, durch welche sie wirksam ist. Dass der Wechsel der Säfte am grössten ist, ist auch unzweifelhaft. Das Seltenwerden der Harnabsonderung bei hungernden Amphibien, z. B. Schildkröten, belehrt uns zur Genüge darüber. So könnte man annehmen, dass die Zersetzung einer gewissen Quantität der Säfte bei der Unterhaltung des Lebens die Ausscheidung der zersetzten Stoffe, und die Zufuhr der neuen Nahrungsstoffe nöthig machen.

2. Wechsel der Materie in den organisirten Theilen. Manche Phänomene scheinen mit dem Wechsel der thierischen Materie in den organisirten Theilen schwer zu vereinigen, wie z. B. die

Erhaltung der Erinnerungen, welche von gewissen Eindrücken auf das Sensorium abhängig sind. Mögen diese Eindrücke auf das Sensorium und die damit verbundenen unbekannten feinen Veränderungen der Materie irgend welchen Antheil an den Wirkungen der Seele bei den Erinnerungen haben, jedenfalls muss man solche Veränderungen in dem Sensorium selbst supponiren. Denn mit der organischen Veränderung des letztern wird auch der Schatz an früher gewonnenen Eindrücken verändert und vermindert, und das Gedächtniss für einzelne Reihen der Ideen, für die Architektonik der Sprachen, ja selbst, wie es scheint, oft für gewisse Theile der Sprache, Hauptwörter, Namen etc., für räumliche Anschauungen, Perioden des vergangenen Lebens, aufgehoben. Wie ist nun die Erinnerung, das geistige Leben des Menschen, als eine consequente Entwicklung aus der Vergangenheit, denkbar, wenn man einen grossen Wechsel der Materie in dem Gehirne und den Nerven annimmt? Dieser Wechsel scheint wenigstens in dem Gehirne und den Nerven sehr gering zu seyn. Wenigstens müsste man zuerst annehmen, dass die Theilchen des Gehirns, von welchen das Bewahren und Festhalten gewisser Vorstellungen abhängt, ihren Zustand eben so auf die neuen Theilchen übertragen, wie die Theilchen einer Hautwarze bei der Assimilation die Erhaltung der eigenthümlichen Mischung und der Form verursachen, und ein Schwamm bei beständigen Zersetzungen die Wiedererzeugung der Mischung und Form des Gewebes bedingt.

In den meisten Theilen ausser den Nerven sind dagegen viel unzweifelhaftere Zeichen des Wechsels der Materie vorhanden, und gerade die Knochen, welche noch am stabilsten scheinen, und doch so deutliche Spuren des Wechsels der Materie zeigen, scheinen zu beweisen, dass der Wechsel der Materie sich nicht auf die Säfte beschränkt, sondern ein ausgedehntes Phänomen auch in den organisirten Theilen ist. Hieher gehören z. B. die Entstehung der Zellen in den Knochen, die Entstehung der Stirnbein- und Keilbeinhöhlen in der Kindheit, die Resorption der Knochen beim Druck von Geschwülsten, die Resorption der Alveolen bei den Alten, das Dünnerwerden des Schädels bei den Alten und vieles Andere. Die Vergrösserung der Knochenhöhlen mit dem Wachsthum der ganzen Knochen, ja überhaupt das Wachsthum eines so festen Körpers von allen Partikeln aus, die Veränderungen seiner Form beim Wachsthum sind nicht denkbar, ohne eine beständige Wegnahme von Knochenatomen an gewissen Stellen, und Apposition an anderen Stellen, also nicht ohne beständigen Wechsel der Materie. Von anderen Theilen fehlen uns die Beweise des Wechsels der Materie mehr. Es gehören indessen hieher die bei der Regeneration der Schwämme wie des Blutschwamms beständige Zersetzung auf ihrer Oberfläche, das Schwinden der Theile im Hunger, in der Atrophie, bei mehreren chronischen Krankheiten, und das Wachsen, Formverändern und Schwinden der Geschwülste, Warzen, die oft schnelle Restauration nach vorheriger Abmagerung. Die wieder aufgelösten Theile

müssen entweder sogleich in die Blutgefässe oder in die Lymphgefässe, wo diese vorhanden sind, übergehen.

Die Resorption der Lymphe kann indess nicht allein als Wiederaufnahme von vorher organisirten Theilchen der Organe in die Säftemasse, und die Lymphe nicht bloss als Colliquament der Organe betrachtet werden; denn die Lymphe ist, wie pag. 142. 243. gezeigt worden, ausser den Lymphkügelchen der farblose Liquor sanguinis, welcher bei der Circulation zum Theil durch die Capillargefässe in die Partikeln der Organe eindringt, zu ihrer Ernährung dient, und dessen überflüssige Theilchen wieder in den überall in den Interstitien der Organtheilchen beginnenden Lymphgefässnetzen sich sammeln. Daher auch die Lymphe durchgehends gleich ist, und überall sich als Liquor sanguinis verhält, d. h. aufgelösten Faserstoff und Eiweiss enthält.

Der Wechsel der Materie in den organisirten Theilen lässt sich schon als nothwendig zu der beständigen Veränderung ihrer Form erkennen. Die Organe verändern von Kindheit auf beständig ihre Form, und diese Veränderung im Ganzen kann nur durch Veränderung in den kleinen Partikeln der Organe zwischen den Capillargefässen bewerkstelligt werden. Hierbei lässt sich denken, dass die resorbirten Theile wieder ins Blut gelangen, und bald wieder zur Ernährung an anderen Stellen verwandt werden. Nun frägt sich aber, ob es nicht einen Wechsel der Materie in den organisirten Theilen giebt, wobei wirklich zersetzte Bestandtheile der Organe ins Blut wieder aufgenommen werden, um aus der thierischen Oeconomie ganz entfernt zu werden. Leider besitzen wir zur Entscheidung dieser Frage keine Thatsachen, als das Ende des Lebens überhaupt, die Gewissheit, dass im Alter immer mehr die Anhäufung unwirksamer Bestandtheile in den Organtheilen zunimmt, die Knochen an thierischer Materie verlieren (pag. 352.), Kalkerde in den Wänden der Arterien (zwischen mittlerer und innerer Haut) und in anderen Theilen abgelagert wird. D'Outrepont (*diss. de perpetua materiei organico-animalis vicissitudine. Hal.* 1798. Reil's *Arch.* 4. 460.) nimmt an, dass das Leben selbst nur durch und mit einem beständigen Wechsel der Materie in den Säften und den organisirten Theilen bestehe. Dass das Leben mit einer beständigen Zersetzung der Materie verbunden ist, ist schon oben pag. 34. entwickelt worden. Jede Action verändert die Mischung des agirenden Theiles, und erfordert eine Restauration der Mischung, die mit der Erholung erst allmählig erfolgt. Es scheint daher wirklich, dass auch die organisirten Theile einer allmähligen Zersetzung ihrer Bestandtheile unterworfen sind, die von ihrer Action untrennbar ist, und die Restauration veranlasst. Schon in den Prolegomena ist pag. 52. dasjenige angeführt worden, was wir über die Statik zwischen der Zersetzung bei den Actionen und der Restauration wissen. Aber leider lassen sich alle diese zarten Verhältnisse nicht der Berechnung unterwerfen. Wir haben hier nur ganz schwache Anhaltspunkte, wie eben die Ermüdung nach den Actionen, die Nothwendigkeit einer grössern Menge kräftigerer Nahrung nach grossen geistigen und Muskel-Austrengungen; dagegen zeigt uns die Unveränderlichkeit gewisser in die

Haut eingeriebener Färbestoffe eine Grenze auf der entgegengesetzten Seite. Innerhalb dieser Grenzen zeigen sich wieder sehr verschiedene Anzeigen des Stoffwechsels in den organisirten Theilen, wie z. B. das oft schnelle Verschwinden der Hautwarzen, der rasche Stoffwechsel bei der Resorption der Knochen und der Heilung der Knochenverletzungen, die ganz allmählig erfolgende Reduction eines unförmlichen Callus in einen solchen, welcher mehr den natürlichen Formverhältnissen der Knochen entspricht, wobei nach Monaten selbst in den zusammengeheilten Knochen an der Stelle der Zusammenheilung die früher ausgefüllte Knochenhöhle sich wieder herstellt; dagegen die geringe Veränderlichkeit der Flecken in der Cornea uns wieder zeigt, wie der Stoffwechsel hier im umgekehrten Verhältnisse mit der Sparsamkeit der Blutgefässe steht. Der Stoffwechsel ist übrigens in der Jugend am grössten, und nimmt im Alter immer mehr ab.

### b. Chemische Zusammensetzung der organisirten Theile. Nach Berzelius *Thierchemie.*

1. Gehirn, Rückenmark und Nerven. Das Fett wird aus dem zerriebenen Gehirne durch kochenden Alcohol oder Aether ausgezogen, worauf das Eiweiss des Gehirns und die zerriebenen Blutgefässe zurückbleiben. Das Hirnfett ist ein stickstoffhaltiges Elain, und Stearin. Ersteres ist ein Oel, es riecht wie frisches Gehirn, und schmeckt ranzig, es fault wie andere thierische Stoffe an der Luft. Es wird von kochendem Alcohol in grösserer Menge als von kaltem gelöst. Das Stearin besteht aus weissen atlasglänzenden Schuppen. Nach Gmelin und Kuehn enthält dieses Stearin wieder 2 besondere Stearinarten, das blätterige und das pulverförmige. Das erstere ist dem Gallenfett, Cholestrine, ähnlich, unterscheidet sich aber von ihm darin, dass es phosphorhaltig ist. Das Hirnfett unterscheidet sich von anderen Fettarten, dass es sich nach Vauquelin nicht mit Alcali vereinigen oder verseifen lässt, dass es ausserdem Phosphor enthält (auch das gebundene Fett im Blute und in der Leber enthalten nach Chevreul und Braconnot Phosphor). Die nicht einäscherbare Kohle, welche nach Verbrennung des Hirnfettes zurück bleibt, enthält nämlich so viel Phosphorsäure, dass diese den zur Verbrennung nöthigen Luftzutritt verhindert. Nach Ausziehung der Phosphorsäure durch Wasser, brannte die Kohle wieder eine Weile, und hörte wieder auf; sie war nun wieder sauer geworden; woraus folgt, dass die Kohle des Hirnfettes den Phosphor in einer nicht flüchtigen Verbindung enthält. Nach Vauquelin beträgt der Phosphor ungefähr 1 Proc. vom Gewichte des frischen Gehirns, oder $\frac{1}{3}$ von dem des Hirnfettes, was Berzelius unwahrscheinlich findet. Die übrigen Theile des Gehirns sind Eiweiss und Salze (phosphors. Salze und kohlens. Alcali?). Das Gehirn enthält nach Vauquelin:

| | | |
|---|---|---|
| Eiweiss | . . . . . . . | 7,00 |
| Hirnfett | Stearin 4,53 / Elain 0,70 | 5,23 |
| Phosphor | . . . . . . . | 1,50 |
| Osmazom | . . . . . . . | 1,12 |
| Säuren, Salze, Schwefel | . | 5,15 |
| Wasser | . . . . . . . | 80,00 |
| | | 100,00 |

Das Gehirn enthält ausserordentlich wenig erdige und salzige Bestandtheile. 50 Gran getrockneten Kalbsgehirns gaben John nur 2 Gran Asche; 100 Theile getrockneter Gehirnsubstanz enthalten nach Sass und Pfaff 3,36 fixe Salze, 100 Theile getrockneter Muskelsubstanz 7,5 fixe Salze. In Hinsicht der Litteratur der chemischen Untersuchungen der Hirnsubstanz verweise ich auf E. H. Weber *Anat.* 1. *p.* 257.

Verdünnte Salzsäure löst nach Reil das Neurilem der Nerven auf. Alcalische Lösung löst dagegen das Mark der Nerven auf.

2. Muskeln. Das Muskelfleisch wird von langem Kochen härter, und giebt die farblose Fleischbrühe ab, die erkaltet gelatinirt, was von dem Leim herrührt, in den das Zellgewebe nach Berzelius durch Kochen verwandelt wird. Gegen Säuren und Alcalien verhält sich Muskelsubstanz wie Faserstoff. Beim starken Auspressen von zerhacktem Fleische fliesst eine saure rothe Flüssigkeit ab. Diese enthält 1) Eiweiss und Cruorin. 2) Milchsäure. 3) Salze, milchsaures Kali, Natron, Kalkerde und Talkerde, Spuren von milchsaurem Ammoniak, Chlorkalium und Chlornatrium (im Alcohol löslich); ferner phosphorsaures Natron, phosphorsauren Kalk (in Alcohol unlöslich). 4) Extractartige Materien, a) durch Alcohol ausziehbar, Osmazom (von Fleischgeruch), welches nach Berzelius ein Gemenge von mehreren Substanzen ist; b) durch Wasser löslich, sauer, enthält Milchsäure. Diess Extract ist wieder ein Gemenge mehrerer Wasserextracte, unter welchen das Zomidin, welches den Fleischgeschmack hat. Fleisch mit concentrirter Schwefelsäure behandelt, bildet eine Substanz, Leucine, die den Geschmack der Fleischbrühe hat. Berzel. *Thierch.* 406. 688.

Berzelius und Braconnot haben das Muskelfleisch des Ochsen analysirt:

| | Berz. | Brac. |
|---|---|---|
| Fleischfaser, Gefässe, Nerven 15,8 / Zellgewebe, im Kochen zu Leim gelöst 1,9 | 17,70 | 18,18 |
| Lösliches Eiweiss und Farbestoff . . . . . | 2,20 | 2,70 |
| Alcoholextract mit Salzen . . . . . . . . | 1,80 | 1,94 |
| Wasserextract mit Salzen . . . . . . . . | 1,05 | 0,15 |
| Eiweisshaltiger phosphorsaurer Kalk . . . | 0,08 | — |
| Wasser (und Verlust) . . . . . . . . . | 77,17 | 77,03 |
| | 100,00 | 100,00 |

Sass und Pfaff haben vergleichende Analysen der Muskelsubstanz und Hirnsubstanz angestellt. Meck. *Arch.* 5. 332.

| | Muskelsubstanz. | Hirnsubstanz. |
|---|---|---|
| Kohlenstoff . . | 48,30 | 53,48 |
| Wasserstoff . . | 10,64 | 16,89 |
| Stickstoff . . | 15,92 | 6,70 |
| Sauerstoff . . | 17,64 | 18,49 |
| Fixe Salze . . | 7, 5 | 3,36 |
| Phosphor . . | — | 1,08 |

Hieraus folgt also, dass die Muskelsubstanz viel mehr Stickstoff, die Hirnsubstanz mehr Wasserstoff enthält.

3. Knochen. Knochen mit verdünnter Salzsäure behandelt, lassen den Knorpel zurück, während die Knochenerde von der Säure aufgelöst wird. Der Knorpel verwandelt sich beim Kochen ganz in Leim. Die Knochenerde der höheren Thiere besteht fast grösstentheils aus phosphorsaurer Kalkerde mit kohlensaurer Kalkerde, und mit geringen Quantitäten phosphorsaurer Talkerde und Fluorcalcium. Die phosphorsaure Kalkerde der Knochen ist basisch in einer eigenthümlichen Verbindung, die man sonst immer durch Niederschlagung der phosphorsauren Kalkerde mit überschüssigem Ammoniak erhält. Im Urin ist die phosphorsaure Kalkerde sauer und aufgelöst, in der Knochenerweichung scheint mehr dieses aufgelösten Salzes durch den Urin ausgeschieden zu werden.

Berzelius Analyse von Knochen des Menschen und des Rindes.

| | Mensch. | Ochse. |
|---|---|---|
| Knorpel in Wasser völlig löslich . | 32,17 } | 33,30 |
| Gefässe . . . . . . . . . . . | 1,13 } | |
| Basische phosphorsaure Kalkerde . | 51,04 | 55,45 |
| Kohlensaure Kalkerde . . . . . | 11,30 | 3,85 |
| Fluorcalcium . . . . . . . . . | 2,00 | 2,90 |
| Phosphorsaure Talkerde . . . . | 1,16 | 2,05 |
| Natron mit sehr wenig Kochsalz . | 1,20 | 2,45 |
| | 100,00 | 100,00 |

Die Knochen eines Kindes enthalten nach Schreger $\frac{1}{2}$, des Erwachsenen $\frac{4}{5}$, des Greises $\frac{7}{8}$ erdige Bestandtheile. E. H. Weber *Anat.* 1. 316. Ueber kranke Knochen Bostock, *Med. chir. Transact. Vol.* 4.

Dass die phosphorsaure Kalkerde als solche in den Knochen vorkömmt, beweist die Affinität der Rubia tinctorum zu den Knochen lebender Theile, welche sie roth färbt.

3. Die Knorpel der Knorpelfische geben erst nach 48stündigem Kochen eine leimartige, von Galläpfelinfusion fällbare, aber nicht eigentlich gelatinirende Materie, wie ich den Angaben von Chevreul widersprechend fand. Beim Menschen giebt es einige Knorpel, welche beim nicht sehr langen Kochen keinen Leim geben, wie nach Berzelius die Knorpel, welche die Gelenkenden überkleiden, nach E. H. Weber und Berzelius die Knorpel der Nase, des Ohres, der Augenlieder, des Kehlkopfes, der Luftröhre, nach Weber auch die Rippenknorpel. Die Knorpel, welche Knochen unbeweg-

lich verbinden (Synchondrosis) und die Rippenknorpel, welche im Alter Knochenerde absetzen, liefern nach BERZELIUS Leim. Die Rippenknorpel eines 20jährigen Mannes gaben FROMMHERZ und GUGERT nach dem Verbrennen eine Asche, aus welcher sich die Kohle nicht vollständig wegbrennen liess. Vom Knorpel enthielten 100 Theile Asche

| | |
|---|---|
| Kohlensaures Natron . . . . | 35,06 |
| Schwefelsaures Natron . . . | 24,24 |
| Chlornatrium . . . . . . . | 8,23 |
| Phosphorsaures Natron . . . | 0,92 |
| Schwefelsaures Kali . . . . | 1,20 |
| Kohlensauren Kalk . . . . | 18,37 |
| Phosphorsauren Kalk . . . | 4,05 |
| Phosphorsaure Talkerde . . . | 6,90 |
| Eisenoxyd und Verlust . . . | 0,99 |

Bei einer 63jährigen Frau waren dieselben löslichen Bestandtheile in geringerer Menge, der phosphorsaure Kalk in grösserer Menge als der kohlensaure Kalk enthalten. Die Knorpel enthalten $\frac{2}{3}$ ihres Gewichtes Wasser.

4. Unter den drüsigen Organen sind die Nieren und die Leber chemisch untersucht worden. Als BRACONNOT die Lebersubstanz des Ochsen zu Brei zerrieben und mit Wasser versetzt hatte, wurde der grösste Theil der Lebermasse aufgelöst. Die milchige Flüssigkeit gerinnt beim Erhitzen. Aus dem Coagulum lässt sich durch Terpentinöl ein fettes Oel ausziehen. Das nach Verflüchtigen des Terpentinöls bleibende fette Oel war rothbraun, halb erstarrt, und hatte Geruch und Geschmack der Ochsenleber. Das Fett war nicht sauer, und also nicht vorher verseift, war aber mit kaustischem Natron verseifbar, ohne dass sich Ammoniak entwickelte. Diess Fett ist indess phosphorhaltig, es verhält sich beim Verbrennen wie Hirnfett. Die Auflösung, woraus sich durch Erhitzen das Eiweiss abgesetzt hatte, röthete das Lacmuspapier, und schien eine vom Osmazom etwas verschiedene Substanz zu enthalten.

100 Theile eigentlicher Lebersubstanz enthielten

| | |
|---|---|
| Wasser . . . . . . . . . . . . . . . . . | 68,64 |
| Eiweiss . . . . . . . . . . . . . . . . . | 20,19 |
| Eine wenig Stickstoff haltige, in Wasser leicht, in Alcohol wenig lösliche Materie . . . . . . . . | 6,07 |
| Leberfett . . . . . . . . . . . . . . . . | 3,89 |
| Chlorkalium . . . . . . . . . . . . . . | 0,64 |
| Kalkerde eisenhaltig . . . . . . . . . . . | 0,47 |
| Salz von einer brennbaren Säure mit Kali . . . . | 0,10 |
| | 100,00 |

Bei einer Analyse der Menschenleber wollen FROMMHERZ und GUGERT auch Käsestoff, Speichelstoff gefunden haben. In der Leber des Rochen fand VAUQUELIN ein Oel, das mehr als die Hälfte vom Gewichte der Leber betrug. BERZELIUS schliesst aus diesen Untersuchungen, dass die Leber eine emulsionsartige Verbindung von Eiweiss mit einem fetten Körper enthalte, gemischt mit meh-

ren anderen Thierstoffen, wie Osmazom und einem oder 2 anderen in Alcohol unlöslichen, in Wasser löslichen Stoffen. Berzel. *Thierch.* 164 — 170.

Berzelius hat die Pferdenieren chemisch untersucht. Die zerriebene Masse wurde in Wasser fast ganz zu einer milchigen Flüssigkeit. Die geringe zurückbleibende faserige Masse bestand wahrscheinlich aus Blutgefässen. Die flüssige Masse gerann durch Hitze. Das Coagulum enthielt viel Fett, und bestand aus Eiweiss. Die Flüssigkeit, worin sich das Coagulum gebildet hatte, war sauer, von Milchsäure, und enthielt thierische Materie, die nach dem Abdampfen theils in Alcohol (Osmazom), theils in Wasser löslich war.

Die chemischen Eigenthümlichkeiten der Faserhaut der Arterien sind schon pag. 189. mitgetheilt. Ueber die Haare und die anderen hornstoffartigen Materien, über die Zähne und die Crystalllinse, siehe das folgende Capitel.

Die serösen Häute sollen durch Kochen ausziehbaren Leim enthalten, und hierin mit dem Zellgewebe übereinstimmen. Von den Schleimhäuten weiss man nur, dass sie in Wasser selbst beim Kochen unlöslich sind, von Säuren dagegen leicht zu einem Brei aufgelöst werden. Berzel. *Thierch.* 137. Die Lederhaut löst sich durch langes Kochen ganz in Leim auf, von Säuren und Alcalien wird sie leicht zu einer Gallerte aufgelöst. Die aufgeweichte Haut mit Auflösung von schwefels. Eisenoxyd, oder mit Sublimat behandelt, verbindet sich mit dem Metallsalze, auch der Gerbestoff verbindet sich mit dem Hautgewebe; in beiden Fällen fault die Haut nicht mehr. Berz. 282.

Unter den verschiedenen Theilen des Auges stimmt die Sclerotica ganz mit dem Verhalten der fibrösen Häute überein, indem sie beim Kochen Leim liefert; auch die Cornea ist leimgebend, aber weniger leicht als die Sclerotica. Sie schwillt in kochendem Wasser ausserordentlich auf, in verdünnter Salzsäure löst sie sich in der Hitze auf. In Essigsäure quillt sie auf. Die Essigsäure, womit sie digerirt wurde, wird von Cyaneisenkalium sowohl, als Alkali gefällt, was unter gleichen Umständen bei der Sclerotica nicht geschieht, zum Beweise, wie Berzelius bemerkt, dass die Cornea auch eine kleine Menge Faserstoff, oder coagulirtes Eiweiss enthält. Berzelius *Thierch. p.* 422. Der Glaskörper gehört wohl zu den organisirten Theilen. Vergl. oben p. 205. Deswegen wird seine chemische Zusammensetzung hier angegeben. Berzelius hat ihn vom Ochsen untersucht. Er besteht aus Kochsalz mit ein wenig durch Alcohol extrahirbarer Materie 1,42, in Wasser löslicher Materie 0,02, Eiweiss 0,16, Wasser 98,40.

### c. Einfluss der Nerven.

Ueber die Nothwendigkeit des Nerveneinflusses auf die Ernährung ist man noch sehr im Dunkeln. Lähmungen des Gehirns und Rückenmarkes zeigen zuweilen gar keinen Einfluss auf die Ernährung, dagegen bewirken sie im Fortschritte der Lähmung oft Abzehrung. Zuweilen ist die Lähmung frühzeitig mit Abzehrung verbunden. Aus ersterer Thatsache folgt jedoch nicht, dass die Nerven keinen Einfluss auf die Ernährung haben. Nach der

Lähmung, die vom Gehirn und Rückenmark durch Verletzungen derselben ausgeht, ist der Einfluss des Willens auf die Bewegung der Muskeln, und die Leitung der Empfindungseindrücke auf das Sensorium commune aufgehoben. Die Nerven selbst können noch ihren Nerveneinfluss behalten. Die Muskelnerven verlieren z. B. innerhalb 2 Monaten die Fähigkeit, durch Reize, welche auf die Muskelnerven selbst wirken, Zusammenziehungen der Muskeln zu erregen.

In vielen Fällen sind die gelähmten Theile abgezehrt, welker, und was besonders den Einfluss der Nerven auf die Ernährung erweist, die gelähmten Theile sind leicht nach Verletzungen dem Brande unterworfen. Schröder v. d. Kolk hat beobachtet, dass in gelähmten Gliedern zuweilen Umwandlung der Muskelsubstanz in Fett und Verknöcherung der Arterien erfolgt.

Bei dem Embryo zeigt sich die Ernährung von dem Gehirne sehr unabhängig, indem z. B. hirnlose Missgeburten vollkommen ernährt, bis zur Geburt ausgebildet werden. Dagegen hat man bei dem Mangel gewisser Nerven immer auch einen entsprechenden Mangel des Organes gefunden, und bei dem Mangel der Organe entsprechenden Mangel der Nerven. Tiedemann beobachtete in 3 Fällen Mangel der Riechnerven mit undurchlöcherter Siebplatte und Gaumenspalte. Der Mangel der Augen ist mit Mangel ihrer Nerven verbunden. Tiedemann's *Zeitschr. f. Physiol. I.* 76. Mayer hat eine Missgeburt beschrieben, an welcher die unteren Extremitäten bis auf den Defect von 2 Zehen an der linken vorhanden waren, aber mit dem Mangel des Urinsystems und sehr mangelhafter Entwicklung der Genitalien auch die Cauda equina sehr mangelhaft entwickelt war, indem das Rückenmark in der Gegend des 12. Rückenwirbels stumpf endigte; die Nerven der unteren Extremitäten waren vorhanden. Tiedemann's *Zeitschr. für Physiol.* 2. 41. Bei mehreren defecten Missgeburten sollen zwar die Nerven ganz gefehlt haben, diess kann man aber ziemlich sicher auf die Schwierigkeit und Ungenauigkeit der Untersuchung schieben. Vergl. Mayer a. a. O. Bei den acephalen Missgeburten, die bloss aus einer Extremität bestanden, (siehe oben p. 187.) ist doch noch eine knotige Nervenmasse gefunden worden, von welcher die Nerven der Extremität abgehen, und welche als Rudiment des Rückenmarks zu betrachten ist. Die gegenseitige Bedingung der Organe und der Nerven lässt sich sehr gut bei der Verwandlung der Insecten und Amphibien beobachten. So wandelt sich das Nervensystem der Insecten bei der Verwandlung nach den späteren Organtheilen um; bei der Raupe sind die Knoten des Nervenstranges gleich den Abtheilungen des Körpers mehr gleichartig, bei der Verwandlung, wenn sich einzelne Abtheilungen des Körpers weiter ausbilden, Extremitäten und Flügel entstehen, verschmelzen mehrere Knoten zu grösseren Massen, den Stellen entsprechend, welche neue Organe erhalten haben. Herold *Entwicklungsgeschichte des Schmetterlings. Cassel* 1815. Bei der Verwandlung der Froschlarven schwindet mit dem Schwanze das Endtheil das Rückenmarks, während mit den Extremitäten ihre Nerven sich bilden.

Man muss sich übrigens wohl hüten, die gegenseitige Bedingung von Nerven und Organ so zu verstehen, dass die Erzeugung der Organe von der Präexistenz der Nerven abhänge. In der Keimsubstanz, in welcher noch die ganze organisirende Kraft ruht, werden Nerven und Organ durch eine und dieselbe Kraft erzeugt.

Wenn aber einmal die Organe erzeugt sind, scheint ihre beständige Restauration von dem Einflusse der Nerven zugleich wesentlich abzuhängen. Mehrere Thiere bilden, selbst im spätern Leben, verlorne Theile wieder. Die Salamanderlarven erzeugen abgeschnittene Extremitäten, Kiemen, Unterkiefer, Auge wieder. Hier ist es zweifelhaft, ob die in dem Ganzen verbreitete organisirende Kraft, wie bei der ersten Entwicklung, diese Theile nach erzeugt, oder ob die noch unversehrt vorhandenen Centraltheile des Nervensystems die Wiedererzeugung der Theile, zu welchen sie Nerven ausschicken, einleiten. Der Salamander soll die Extremität nicht wieder erzeugen, wenn der Nerve über dem Stumpfe abermals durchschnitten worden (?).

Gegen den Einfluss der Nerven auf die Ernährung könnte man anführen, dass die Knochen sich regeneriren, ohne Nerven zu besitzen, indessen doch auch die ernährenden Gefässe der Knochen so gut wie andere Theile mit feinen Zweigelchen von Nerven, die dem N. sympathicus angehören, versehen seyn können.

Wir besitzen wenig directe Erfahrungen über den Einfluss der Nerven bei den Actionen in den kleinsten Gefässen. Magendie sah, dass Brechmittel in die Venen eingespritzt, Lungen- und Magenentzündung bewirken, dass diese aber viel geringer war, wenn die Nervi vagi vorher durchschnitten waren. Magendie beobachtete, dass auch nach Durchschneidung des N. trigeminus starke Reize an dem Auge keine Augenentzündung erregten, dass aber nach einigen Tagen an dem Auge sich eine Entzündung mit Exsudation im Innern einstellte, auch wenn das Auge nicht gereizt worden. *Journ. d. physiol.* 4. 176. 304. Dupuy hat nach Ausschneidung des Ganglion cervicale supremum Nervi sympathici eine Augenentzündung entstehen gesehen, was Mayer bei Unterbindung des N. sympathicus bestätigt hat. Graefe und Walther's *Journ.* 10. 3. Schröder durchschnitt bei einem Hunde an dem einen Beine den N. ischiadicus und cruralis, und verwundete beide Füsse. Am folgenden Tage war die Wunde des paralytischen Beines trockner als die des gesunden; innerhalb 3 Wochen entwickelte die Wunde des gesunden Fusses viel stärkere Entzündungsphänomene; es entstand Eiterung und Granulation, an dem paralytischen Fusse fehlte fast die Entzündung der Wunde, eine weisse Materie wurde ausgeschieden, welche verschorfte. Die Wunde war blass. *Observ. anat. pathol.* 1826. 14. Ich habe nach Durchschneidung des N. ischiadicus, die ich wegen Reproduction der Nerven vornahm, unter mehreren Fällen beim Kaninchen einmal beobachtet, dass das Thier an dem paralytischen Beine an der Ferse sich aufging, wo ein Decubitus entstand. Es gehören hieher auch die plötzlichen Veränderungen des Zustandes der Wunden nach Gemüthsbewegungen, worauf Wunden oft schnell

ihr gutes Ansehen verändern, wie Vering und Langenbeck berichten. Siehe Schröder v. d. Kolk a. a. O. *p.* 28.

Ueber den vorzugsweisen Antheil des sympathischen Nerven an der Ernährung im Gegensatze der Cerebro-Spinal-Nerven weiss man nichts, als dass die Ernährung eines Theiles nach Durchschneidung seiner vom Gehirne oder Rückenmarke kommenden Nerven nicht aufhört.

## *II. Capitel.* Vom Wachsthum.

Das Wachsthum der Theile organischer Wesen geschieht auf zweifache Art. Entweder geschieht das Wachsthum von allen kleinen Partikeln zwischen den Capillargefässen aus, indem sich zugleich die Anzahl der Gefässe vermehrt, und so wachsen die organisirten, mit Blutgefässen versehenen Theile, oder das Wachsthum geschieht durch schichtweise Apposition von Bildungsstoff, der von einer organisirten Matrix abgeschieden wird, während die durch Apposition wachsenden Theile nicht organisirt sind.

### a. Von dem Wachsthum der organisirten Theile durch Intussusceptio.

Die Erzeugung von Gefässen scheint fast überall zu den ersten Acten der organisirenden Kraft zu gehören. So entstehen sie in dem bei der Entzündung und nach der Conception im Uterus ausgeschwitzten Faserstoff, durch Wechselwirkung der ausgeschwitzten Materie mit der exsudirenden organisirten Oberfläche. Von allen organischen Materien ist es der im Blute aufgelöste Faserstoff, der diess Princip des Lebens in sich enthält, dass er selbst im ausgeschwitzten Zustande noch organisirt wird, sobald er mit organisirten Theilen in Berührung ist. Die erste Entstehung und Vervielfältigung der Gefässe lässt sich in der Keimhaut des Eies beobachten. Die Keimscheibe vergrössert sich zur Keimhaut; diese zeigt bald eine obere dünnere Schichte (seröses Blatt) und eine untere dickere Schichte (Schleimblatt). Um die in der Mitte der Keimhaut sich zeigende Spur des Embryo erscheint ein durchsichtiger Hof, *area pellucida,* während der äussere Theil der Keimhaut undurchsichtig bleibt, und dieser undurchsichtige Theil der Keimhaut wird bald wieder durch eine Abgrenzung in ein äusseres und inneres ringförmiges Feld abgetheilt, beim Vogel in der 16.—20. Stunde. Diese Abgrenzung schliesst zunächst den einen Theil des undurchsichtigen Stückes der Keimhaut ein, welches den innersten oder durchsichtigen Hof der Keimhaut umgiebt, und *area vasculosa* genannt wird, weil sich innerhalb dieses Hofes das Blut und die Gefässe bilden. So weit die Area vasculosa reicht, zeigt sich zwischen den Blättern der Keimhaut eine körnige Lage, welche sich bald in körnige dichte Inseln und rinnenförmige Zwischenräume zertheilt, in denen sich zuerst eine gelbliche, hernach rothe Flüssigkeit, das Blut, sammelt. Zuerst sieht man das Blut in der Peripherie der Area vasculosa. Allmählig theilt sich die körnige Lage zwischen beiden

Blättern überall in solche Substanzinseln und Rinnen. Das Herz selbst entsteht, wie die grossen Gefässstämme, auch zwischen beiden Blättern. C. F. Wolff (*Theorie der Generation. Berl.* 1764.) hat nun auf eine bewundernswürdige Weise gezeigt, wie an den Rinnen erst die Gefässwände allmählig entstehen, indem die Substanzinseln zuerst in der Mitte durchsichtiger werden, und allmählig sich der dichtere und undurchsichtigere Theil der Substanzinseln gegen die Strömchen hin verschmälert, in gleichem Grade, als die Durchsichtigkeit der Substanzinseln von der Mitte sich ausdehnt. Bei ganz jungen Thieren, z. B. jungen Fischchen, lässt sich, wie Döllinger (*Denkschriften der Academie zu München.* 7.) that, das Entstehen neuer Strömchen während des Wachsthums des Schwanzes beobachten. Bei ganz jungen Fischchen kehrt anfangs das arterielle Strömchen am Schwanzende ohne Weiteres in einem venösen Strömchen um, mit dem Wachsthum des Fischschwänzchens vermehren sich die Gefässschlingen. Am einfachsten wäre nun, sich vorzustellen, dass die organische Substanz um die Strömchen her die flüssigen Theile des Blutes, aufgelöstes Eiweiss und Faserstoff anziehen, und indem sie sich damit tränken, sich wie beim ersten Entstehen der Gefässe in der Keimhaut in Rinnen und feste Zwischenstellen theile. So lässt sich auch die Entstehung der neuen Gefässe in dem ausgeschwitzten Faserstoffe bei den Entzündungen am leichtesten denken, indem nämlich der exsudirte Liquor sanguinis sich allmählig verdichtet, aber auch durch die permeabeln Capillargefässwändchen hindurch wieder Liquor sanguinis anzieht, der sich in den entstehenden Rinnen der Substanzinseln vertheilt, worauf später auch Blutkörperchen in die erweiterten neuen Gefässchen aufgenommen werden. Denn dass sich die Gefässenden in die neue Materie verlängern sollen, ist eine ungereimte Vorstellung, zumal da es keine Gefässenden, sondern nur Capillargefässübergänge zwischen arteriösen und venösen Strömchen giebt.

Eine genaue Zusammenstellung aller Beobachtungen hat All. Thomson, Froriep's *Not. N.* 783, gegeben.

Mit dieser Vorstellung von der Entstehung der neuen Gefässe sind aber die Beobachtungen von Döllinger nicht übereinstimmend. Döllinger hat eine doppelte Entstehung neuer Strömchen beschrieben. 1) Die arteriellen Strömchen bahnen sich neue Seitenwege in die wachsende Substanz. Es ist jedoch unwahrscheinlich, dass die Blutkörperchen sich solche neue Wege zuerst bahnen und zufälligerweise ein venöses Strömchen wieder antreffen. Die Einmündung der neuen Strömchen in ein venöses Strömchen wäre neuerdings zu erklären, worin ja überhaupt die ganze Schwierigkeit liegt. So lange nicht durch Tränkung der Substanz mit Liquor sanguinis und Theilung der Partikeln zwischen arteriösen und venösen Strömchen neue Rinnen entstehen, ist die Einmündung der neuen Strömchen in venöse Strömchen sehr schwierig einzusehen. Denn sonst wird sich das Blut eher anhäufen, als regelmässige Capillargefässverbindungen erzeugen. 2) Eine zweite Art der Entstehung neuer Strömchen hat Döllinger folgendermassen dargestellt: In der Nähe des fliessenden Blutstroms geräth

ein Streifen des unbeweglichen Thierstoffes in Bewegung; es bildet sich gleichsam ein bewegliches Säulchen aus dem, was Döllinger Schleimkörner nennt, ein Säulchen, das mit einem Ende fast an den Blutstrom unter einem rechten Winkel anstösst, mit dem andern von ihm abgekehrt ist. Dieser Streifen schiebt sich nun hin und wieder dem Blutstrome zu, vom Blutstrom ab, alles pulsirend; die Körnchen, aus welchen der oscillirende Streifen besteht, legen sich in Ordnung an einander, und nehmen allmählig eine bestimmtere, weniger verflossene Gestalt an, indem sie deutlich oval werden; endlich theilt sich die oscillirende Masse in 2 Strömchen, deren eines in arteriöser, das andere in venöser Richtung läuft. Ich gestehe gern, dass ich diese Erscheinung nicht leicht für den gewöhnlichen Vorgang bei der Entstehung neuer Strömchen halten möchte. Entweder geht die Oscillation von dem arteriellen Strömchen aus oder nicht. Geht sie nicht davon aus, so ist die Verbindung dieser Oscillation eben so schwer einzusehen, als die Verbindung von 2 Strömchen selbst, warum es sich überhaupt handelt. Geht die Oscillation von dem arteriellen Strömchen aus, und kehrt das Strömchen, wie in Döllinger's Beobachtung, gegen den Ausgang zurück, so hat man einen schlingenförmigen Anhang einer Arterie, nicht aber eine neue Schlinge zwischen Arterie und Vene. Ersteres ist aber nur in dem Falle möglich, den Döllinger auch hervorgehoben hat, nämlich am Ende der Hauptarterie, wo diese im Schwanze der jungen Fischchen gerade zur Hauptvene umkehrt. Dieser Fall wäre auch an der Spitze der Kiemenblättchen denkbar, wo arterielle Strömchen in venöse umkehren. Meyen (*Isis* 1828. *Tab. VI. fig.* 3.) hat indess wirklich an der Kieme der jungen Salamanderlarve die Beobachtung gemacht, dass das arterielle Strömchen ein Aestchen an der Seitensprosse eines Kiemenblättchens ausschickte, und die Blutkörperchen daraus auch wieder aufnahm. Späterhin ist es freilich anders, indem die Arterie eines Kiemenblättchens von der Arterie des Kiemenstämmchens ausgeht, die Vene des Kiemenblättchens nicht zu der Arterie, sondern zur Vene des Kiemenstämmchens zurückkehrt. Auch sonst bei den Thieren sind die Schlingen der kleinsten Gefässe nicht zugleich Anhänge von einerlei Gefässart, z. B. der Arterien, sondern nur zwischen Arterien und Venen. Weitere Beobachtungen müssen noch über die Erzeugung neuer Capillargefässströmchen an Salamanderkiemen und anderen Theilen angestellt werden, um ins Klare zu kommen, ob nicht die oben von mir aufgestellte Ansicht, für welche vor der Hand noch keine hinreichenden Beobachtungen vorhanden sind, in vielen Fällen der Natur entspricht.

Beobachtungen über das Wachsthum verschiedener Theile sind noch wenig vorhanden. Wahrscheinlich findet es überall in der Weise statt, dass sich sowohl die Elementartheilchen der Gewebe zwischen den Strömchen bald an Zahl, z. B. Fasern der Muskeln und Nerven, vermehren, bald an Grösse zunehmen, indem die Partikeln zwischen den Strömchen mehr Stoff apponiren, als auch, indem die Zahl der Capillargefässe in gleichem Verhältnisse mit den wachsenden Partikeln zunimmt. Ehe wir vom

Wachsthum der Knochen handeln, müssen wir einige Bemerkungen über ihre Structur voraus schicken. Ueber die feinere Structur der Knochen hat unter PURKINJE's Anleitung DEUTSCH (*de penitiori ossium structura observationes. Dissert. inaug. Vratisl. c. tab. I.*) eine sehr gute Arbeit geliefert, die erste nach langer Zeit, welche über diesen Gegenstand wirklich neue Aufschlüsse darbietet. Diese Arbeit beschäftigt sich mit dem feinsten Bau der Knochen, wie er unter dem Microscop an feinen Lamellen von Knochensubstanz erscheint, deren Kalkerde durch Säuren extrahirt ist. Untersucht man feine transverselle Knochendurchschnitte von langen Knochen, so sieht man die Querdurchschnitte der Längencanäle, auf Längendurchschnitten sieht man die Längendurchschnitte der Längscanälchen, welche Mark führen und nur hie und da zusammenhängen. In den spongiösen Knochen sind die Markcanälchen durch Zellen ersetzt. Durchaus neu sind die mikroskopischen Aufschlüsse über den feinern Bau des Knochenknorpels. Auf transversellen Durchschnitten zeigen sich nämlich um jedes Knochenkanälchen concentrische, dünne Streifen, und auf den Radialdurchschnitten zeigt sich, dass diese concentrischen Streifen der Länge nach verlaufende, die Canälchen umgebende Lamellen sind. Diese Schichten haben einen Durchmesser von $\frac{1}{480}''$. Die Zwischenräume zwischen den concentrischen Schichten um die Markcanälchen werden von Lamellen ausgefüllt, die in grossen Kreisen um die grosse Markhöhle concentrisch laufen. An den breiten Schädelknochen und anderen platten Knochen liegen die Schichten parallel mit der Fläche derselben. Sehr merkwürdig ist nun, dass durch die Dicke der Schichten lauter dicht neben einander liegende Streifen gehen, welche also zur Länge die Dicke der Lamelle von $\frac{1}{480}''$ haben. DEUTSCH hält diese Linien für Canälchen; löset man eine Schicht von der andern ab, und betrachtet man sie unter dem Mikroskop, so erscheinen die Enden dieser transversellen Streifchen meist dreieckig; DEUTSCH vermuthet, dass in diesen überaus feinen Canälchen (?), wovon Niemand bisher eine Ahnung hatte, die Kalkerde abgelagert sey. Diess ist nicht wahrscheinlich, da die erste Erscheinung der Ossification ein mikroskopisches Netzwerk ist. Ausserdem hat PURKINJE noch eine Art von zerstreuten rundlichen Körperchen, die Knorpelkörperchen, in der mikroskopisch untersuchten Knorpelsubstanz der Knochen entdeckt, die viel grösser sind, als die Durchschnitte der zuletzt beschriebenen Canälchen. Diese Untersuchungen über den lamellösen Bau der Knochenknorpel sind auf der hiesigen Anatomie von Hrn. MIESCHER wiederholt und fast durchgängig bestätigt gefunden worden. Herr MIESCHER hat jene Knorpelkörperchen auch in nicht ossificirenden Knorpeln und selbst in dem Callus der gebrochenen Knochen wiedergefunden; nur der Ohrknorpel und der Kehldeckel bestehen aus zelligem Knorpel. Man weiss, dass die Knochen vorzugsweise auf der Oberfläche und am Ende der Diaphysen wachsen, indem hier neue Knorpelschichten entstehen, die organisirt sind und ossificiren. Diess sieht man, weil die Knochen nach aussen hin sich vergrössern, während das Innere der Knochen, was früher Knochen gewesen,

wieder resorbirt und Knochenhöhle wird. Die hieher gehörenden Thatsachen findet man in E. H. Weber's classischem Werke über die Anatomie des Menschen im ersten Theile desselben und im *Dictionnaire des sciences médicales, art. osteogenie. T.* 38. *p.* 445. zusammengestellt. Nach Duhamel umschliesst ein um einen Röhrenknochen eines jungen Thieres gelegter Ring nach einiger Zeit nicht mehr den Knochen, sondern das Knochenmark. Die Knochen verändern sich bis in das höchste Alter, wie denn z. B. im hohen Alter die Hirnschale dünner wird, indem die schwammige Diploe zum Theil verschwindet. Die Färberröthe, Rubia tinctorum, welche eine chemische Verwandtschaft zur phosphorsauren Kalkerde hat, und bei der Fütterung von allen Theilen vorzugsweise nur die Knochen und die Zähne roth färbt, färbt bei den Knochen das ganze Gewebe roth. Bei den jungen Tauben hat diese durchgängige rothe Färbung der Knochen nach Morand und Gibson schon in 1 Tage statt, während die Knochen erwachsener Tauben erst nach 14 Tage langer Fütterung rosenroth werden. Indessen scheinen doch die Oberfläche und die Enden der Knochen vorzugsweise zu wachsen, wie die von Weber citirten Beobachtungen beweisen. Duhamel fand, als er die Thiere abwechselnd mit Färberröthe fütterte, und wieder nicht fütterte, abwechselnde Schichten weisser und rother Substanz, was sich aber selten bei jungen Thieren zeigt. Zur Zeit der Fütterung mit Färberröthe wurde die äusserste Schichte roth gefunden. Hiernach räumte Duhamel zwar die Intussusception der Knochen ein, behauptete aber doch mit Grew, dass die Knochensubstanz vorzugsweise an der Oberfläche schichtweise sich bilde, wie die Lagen des Holzes an den Bäumen. Diess Alles ist nichts weniger als gewiss; denn in Morand's Versuchen wurden die Knochen erwachsener Tauben durchweg roth, und Duhamel sah selbst, dass die Knochen eines Hahns in 16, die einer Taube in 3 Tagen in ihrer Dicke roth wurden. Gibson, Meck. *Archiv* 4. 482. Die Röhrenknochen wachsen vorzugsweise auch an der Grenze zwischen den schon verknöcherten Stücken der Knochen und dem noch knorpelig gebliebenen Theile, welcher das Mittelstück von den Epiphysen in der Kindheit trennt. Diess scheint der Versuch von J. Hunter zu zeigen, nach welchem Löcher in die beiden Enden des Mittelstücks eines Röhrenknochens beim jungen Schweine gebohrt, nach einigen Monaten sich nicht von einander entfernt hatten, so dass die über den Löchern befindlichen Strecken des Knochens vorzugsweise gewachsen seyn mussten. Das Wachsthum der Röhrenknochen dauert daher auch nur so lange in die Länge fort, als die Epiphysen und das Mittelstück noch durch eine Lage Knorpel getrennt werden. Siehe Meckel, *Handb. d. menschl. Anat.* 1. 378. E. H. Weber *Anat.* 1. 339., wo man auch die Nachweisungen über die Litteratur findet.

Die Knochen sind anfangs beim Fötus knorpelig, und enthalten zu allererst keine Zellen und Markhöhlen. Die Zellen der Knochen fehlen lange, sie entstehen zum Theil schon, ehe die Knorpelsubstanz des Knochens durch Vergrösserung des Gehaltes an phosphorsaurer Kalkerde verknöchert. Die Verknöcherung

findet von einzelnen Knochenkernen aus statt, von welchen aus die Knochenlamellen und Fasern (an den platten Schädelknochen radiatim) ausgehen. Der Anfang der Verknöcherung geschieht schon im 2. Monat der Schwangerschaft. Steissbein, Kniescheibe, die meisten Hand- und Fusswurzelknochen verknöchern erst nach der Geburt. Die Entwicklungsgeschichte der Knochen wird übrigens im 8. Buche dieses Werkes abgehandelt.

Es ist eine ganz irrige Vorstellung, wenn man glaubt, ein organisirter Theil könne das Ernährungsorgan eines andern organisirten Theiles seyn, z. B. die Knochensubstanz werde von der Beinhaut gebildet, der Knochen von der Beinhaut ernährt. Die Knochensubstanz muss, weil sie selbst organisirt ist, auch selbst assimiliren. Nur unorganisirte Theile, welche keine Gefässe enthalten, wie die Haare, Nägel, Zähne, Crystalllinse, werden von einer organisirten Matrix erzeugt, und durch Apposition neuen Stoffes erhalten. Dass die Knochensubstanz durch die Beinhaut gebildet werde, diese Vorstellung halte ich für eine des jetzigen Zustandes der Physiologie unwürdige Barbarei. Die Knochen erhalten von der Beinhaut und von der Markhaut aus Gefässe, sie sterben daher ab, wenn Beinhaut oder Markhaut in einer Strecke zerstört sind; die äusseren Schichten sterben ab bei der Zerstörung der Beinhaut, die inneren bei der Zerstörung der Markhaut der Knochen. Allein daraus folgt nicht, dass diese Häute die phosphorsaure Kalkerde im Knochen absetzen. Die Beinhaut ist das Vehikel der Gefässe, welche in den Knochen eindringen, darum stirbt er ab, wenn seine Gefässe an dieser Stelle zerrissen sind.

Ueber das Wachsthum der Primitivfasern der Muskeln und der Nerven ist man völlig im Dunkeln. Man weiss nicht, ob die Zahl der Muskel- und Nerverfasern von der ersten Erzeugung an constant bleibt, und sich nur ihre Länge und Stärke vergrössert, oder ob ihre Zahl bei dem Wachsthume und bei der Uebung zunimmt. Genaue mikrometrische Messungen über den Durchmesser der Muskel- und Nervenfasern in verschiedenen Altern, über den Durchmesser der Nervenfasern in der Atrophie der Nerven, z. B. in der Cauda equina bei der Tabes dorsalis, müssen angestellt werden. Durch die interessante Schrift von Valentin, *historiae evolutionis syst. muscularis prolusio. Vratisl.* 1832, ist der Anfang in diesem Theile der Untersuchungen gemacht. Nach ihm bestehen die Muskeln anfangs bei dem ganz jungen Embryo aus deutlichen Kügelchen, welche hernach verschwinden, so dass an die Stelle eines perlschnurähnlichen Fadens ein gleichförmig walzenförmiger tritt. Die Fasern sind nach ihm bei jungen Embryonen der Säugethiere und Vögel immer dicker als bei älteren. Die ersten perlschnurartigen Fasern sollen 3 und mehrmal dicker als die Muskelfasern älterer Embryonen seyn, so dass also aus den ersten Fäden hernach mehrere dünnere sich zu bilden scheinen. Da die Primitivfasern der Nerven und Muskeln so klein sind, dass sie selbst keine Capillargefässe besitzen, und da diese nur in ihren Zwischenräumen verlaufen (vergl. pag. 201.), so

muss das Wachsthum durch Anziehung der aufgelösten Theile des Blutes geschehen.

Ueber die Entstehung und das Wachsthum der Drüsenoanälchen beim Fötus habe ich einige nähere Aufschlüsse gegeben, obwohl die Beobachtungen über die Entstehung der Leber, des Pancreas, der Speicheldrüsen, der Nieren nicht ein ganz gleiches Verhalten zeigen. Rolando, Baer und ich haben gezeigt, dass die Leber als ein kleiner Auswuchs der Darmwände entsteht, der zuerst im Innern hohl ist. Indem die Substanz in der Dicke der Wände dieses Auswuchses sich vergrössert, entstehen darin Träubchen von Canälen, von welchem es ungewiss ist, ob sie gleich anfangs hohl sind; die Höhle in der Basis des Auswuchses wird aber verzweigt. Die Nieren des Vogelembryo bilden nach meinen Beobachtungen anfangs einen gallertartigen Keimstoff, Blastema, welcher auf der Oberfläche ein gewundenes Ansehen hat. Der Saum dieser Windungen enthält hernach die (anfangs) blasigen Enden der parallel aus der Tiefe heraufsteigenden Harncanälchen, welche durch den Keimstoff verbunden sind. Erst allmählig bilden sich die blasigen Enden der Harncanälchen (auf Kosten des Blastema) aus, und werden gefiedert; am vollständigsten habe ich die Ausbildung der Speichelcanälchen in der Parotis und die Entwicklung der Thränendrüse bei Säugethieren beobachtet. Nach E. H. Weber's und meinen Beobachtungen ist die erste Spur der Speichelcanälchen der Parotis der in einer gallertartigen Materie liegende Ausführungsgang, der mehrere blinde Zweigelchen ausschickt. Nach meinen Beobachtungen zeigt sich hier in der Folge ein sehr merkwürdiges Verhältniss zwischen dem Keimstoff der Drüse, Blastema und den Canälchen. Bei einem Schaafembryo von 4 Zoll Länge ist das Blastema nicht mehr gallertartig, sondern eine grauliche gelappte Materie, innerhalb welcher die Speichelcanälchen ganz weiss verlaufen, und Sprossen mit blinden Enden ausschicken. Das Blastema umgiebt diese ganze Verzweigung, so dass die Zweigelchelchen nicht bis an den Rand der Läppchen des Blastema fortschreiten. *De glandularum structura penitiori tab.* 6. *fig.* 11. Bei älteren Embryonen, wie z. B. bei einem Schaaffötus (*fig.* 11.), war das Blastema schon viel mehr aufgezehrt, und umgab die viel mehr ausgebildeten Sprossen der Speichelcanälchen und ihre Enden nur sehr sparsam, gleichsam als wenn es zuletzt in den Bindestoff oder das Interstitial-Zellgewebe zwischen den Canälchen einer Drüse verwandelt würde. Bei der Thränendrüse *tab.* 5. *fig.* 8. haben sich mir diese Beobachtungen über das Verhältniss des Blastema zu den Drüsencanälchen bestätigt.

Die Frage, bis auf welche Theile sich das Wachsthum durch Intussusceptio von den kleinsten Partikeln aus ausdehnt, ist identisch mit der Frage, welche Theile organisirt sind oder Blutgefässe enthalten. In den Sehnen, Bändern, Knorpeln sind Blutgefässe, wenn auch sehr sparsam, enthalten. Im Museum von Fremery zu Utrecht sah ich eine sehr schöne Injection der Rippenknorpel, der Knorpel des Kehlkopfs, der Luftröhre von einem, wenn ich mich recht erinnere, jungen Fuchs. Von den Gefässen der Cornea, des Glaskörpers, der serösen Haute ist pag. 204. gehan-

delt worden. Zweifelhaft sind die Gefässe noch von der innern Haut der Blutgefässe.

### b. Von dem Wachsthume der unorganisirten, gefässlosen Theile durch schichtweise Apposition.

Die unorganisirten, gefässlosen Theile werden durch eine organisirte Matrix erzeugt, und vergrössern sich durch fortgesetzte Apposition von einer Seite. Ihre Matrix ist bald eine ebene Oberfläche, bald vorspringend, bald sackförmig geschlossen. Es gehören hieher 1) das Horngewebe, 2) das Zahngewebe, 3) das Gewebe der Crystalllinse.

Bei den niederen Thieren werden auch die Schalen bloss durch schichtweise Absonderung gebildet. Die Form der Schale der Mollusken hängt ganz von der Form ihres Körpers und der Oberfläche ab, welche die kohlensaure Kalkerde, vermischt mit einer thierischen Materie, absondert. Die kleinen äussersten Lamellen der Schalen der Muscheln sind z. B. zuerst gebildet, die innersten oder grössern Lamellen sind zuletzt gebildet. Bournon hat gefunden, dass die kohlensaure Kalkerde in diesen Schichten ein mikroskopisch erkennbares crystallinisches Gefüge hat.

I. *Vom Horngewebe.* Zum Horngewebe gehören die Epidermis der Haut, und das Epithelium der Schleimhäute, die Haare, die Stacheln, die Nägel, Klauen, Hufe, die Hörner, die Federn.

a. Epidermis, Epithelium.

Das Epithelium der Schleimhäute ist im Munde am deutlichsten, undeutlicher in der Speiseröhre, deutlich im Muskelmagen der körnerfressenden Vögel, wo es zu Hornplatten anschwillt, deutlich auch in der obern Hälfte des Magens der Pferde; im Darmcanal scheint es ganz überaus zart zu werden, und ist nur in dem zerreiblichen, unorganisirten Ueberzuge der Darmzotten zu erkennen, den ich pag. 253. beschrieben habe; es steht hier dem Schleime sehr nahe. Auf der schleimabsondernden äussern Haut der nackten Amphibien ist auch ein Epithelium vorhanden, Wagler erwähnt das Häuten derselben; und ich habe wenigstens die Oberhauthülle einer Wassersalamanderlarve gesehen, die dieser abgeworfen hatte. Wie die Schleimhäute Epithelium und zugleich Schleim absondern, ist schwer sich vorzustellen, wenn man nicht annimmt, dass die Schleimabsonderung von den in den Schleimhäuten zerstreuten Folliculi, die Bildung des Epithelium von den Zwischenstellen geschehe. An manchen grossen Strecken der Schleimhäute scheint indess die Bildung des Epithelium dem Schleim verwandt, wie im Dünndarm an den Darmzotten, und manche Strecken des Schleimhautsystems, in welchen es keine Folliculi giebt, wie in der Schleimhaut der Kieferhöhlen, Stirnhöhlen und Keilbeinhöhlen, in der Conjunctiva bulbi oculi scheinen die Schleimhäute bloss Schleim abzusondern, so dass zur Bildung von Schleim nicht nothwendig Folliculi mucosi nöthig zu seyn scheinen.

Die Oberhaut, Epidermis, besteht aus Schichten von Blättern, die man wenigstens deutlich an der Oberhaut der Hohlhand und

Fusssohle, besonders durch Kochen, nachweisen kann. Die innerste Lage der Epidermis ist noch weich, und wird gewöhnlich Malpighischer Schleim genannt. Die Oberhaut des Negers ist schwärzlich, noch mehr aber die innerste Schichte derselben, oder der Mucus Malpighii. Die organisirte Matrix der Epidermis ist selbst bei dem Neger weiss. E. H. Weber *Anat.* 1. 187. Vergl. Seiler, Pierer's *med. Realwörterbuch. Integumente.* Ob und wie weit sich die Oberhaut in die Haarbälge und Folliculi sebacei fortsetze, ist nicht sicher ausgemittelt. An der abgezogenen Oberhaut haben die Meisten keine Poren bemerkt, die man aber auch, wenn sie vorhanden sind, so wenig wie Einstiche in Gummi elasticum bemerken könnte. Nach Eichhorn und Lauth setzt sie sich in die Haarbälge fort, bis zur Stelle, wo das Haar gebildet wird, und beim Abziehen der Epidermis werden solche Scheiden oft sichtbar. Nach Eichhorn soll man an abgezogener Epidermis bei schiefer Richtung die Löcher, durch welche die Haare gehen, allerdings sehen können. Ueber die sogenannten Schweissporen S. den Art. äussere Haut, im 3. Abschn. dieses Buchs.

Die Oberhaut wird schichtweise von ihrer Matrix, der obersten Schichte des Coriums abgesondert. Wird sie bei der Hautentzündung, wie sie durch das Legen eines Blasenpflasters oder bei der Verbrennung entsteht, durch das unter ihr abgesonderte Serum aufgehoben, so erzeugt sie sich wieder; eben so geht sie bei der Hautentzündung durch Exantheme in Lappen verloren, und erzeugt sich wieder. Beim Menschen und bei den Säugethieren wird sie von Zeit zu Zeit in kleinen Läppchen abgestossen, bei den Amphibien zusammenhängend, bei dem Häuten, eben so bei den Insecten vor ihrer Verwandlung, und bei den Spinnen. Bei den Schlangen, welche eine von der Cutis gebildete Capsel über das Auge besitzen, hinter welcher sich das Auge frei bewegt, und welche an der innern Seite von der Conjunctiva überzogen ist, sondert diese Capsel äusserlich auch Epidermis ab, die beim Häuten mit abgeworfen wird. Bei den Schildkröten und Crocodilen wird die Epidermis an mehreren Stellen in stärkern, aus Lamellen bestehenden Hornplatten abgesondert. Unter den Schildern der Crocodile liegen auf dem Rücken Knochenkerne, Hautknochen. Diese sind aber organisirt, auch die Schuppen der Eidechsen, die oft ganz hart sind, sind keine blossen Hornplatten, sondern enthalten, wie z. B. bei den Leguanen, Blindschleichen, härtere organisirte Schuppenkörper, welche die Hornsubstanz bloss in dünnen Lamellen als Epidermis absondern.

Bei den Hautschwielen des Menschen wird die Oberhaut zu dicken Schichten gebildet; bei den sogenannten Elsteraugen, bei den Hautwarzen und bei der Ichthyosis scheint aber ein Theil des organisirten Coriums in eine hornige Substanz umgewandelt zu werden.

Vom Wasser quillt die Oberhaut selbst am lebenden Körper auf, durch Kochen wird sie nicht weiter verändert. Von concentrirter Schwefelsäure wird sie allmählig, von Alcalien leicht aufgelöst; von salpetersaurem Silber wird sie grau, zuletzt schwärzlich, auch beim langen innern Gebrauche des salpetersauren Sil-

bers, wobei das Silber sich mit dem Schwefel der thierischen Theile zu Schwefelsilber verbindet. Mit Gerbestoff, welcher sich mit dem Corium beim Gerben verbindet, verbindet sich die Epidermis nicht. Die Epidermis bildet sich nach Meckel bei dem Embryo schon im 2. Monat.

b. Nägel, Klauen, Hufe.

Die Art, wie der Nagel erzeugt wird, ist noch immer nicht so klar aufgehellt, wie es gewünscht werden kann. Die Nägel stecken bekanntlich mit ihrem hintern Theile oder mit der Nagelwurzel in einer Vertiefung des Coriums. Diese Vertiefung ist mit Papillen besetzt, auch der Theil des Coriums, worauf der Nagel aufliegt, ist mit in Längsreihen gestellten Papillen besetzt. So weit der Nagel hinten weiss ist, ist das Corium weisslich, so weit er röthlich ist, ist es röthlich, so dass diese Farbe bloss durchscheint. Nach M. Weber (*Zergliederungskunst* 1.) und Lauth (*mémoire sur divers points d'anatomie*) läuft die Epidermis unter dem Nagel bis zum hintern Ende des Nagels weg, und schliesst sich auch oben an das hintere Ende des Nagels an. Nach Lauth wird die Nagelsubstanz schichtweise theils von dem Corium, worauf der Nagel liegt, theils noch mehr hinten von dem Boden der Furche abgesondert, so dass er theils in der Dicke wächst, theils durch Apposition von hinten vorgeschoben wird. Man begreift indess hier nicht das Fortlaufen der Epidermis unter dem Nagel, welche Epidermislamelle Lauth für die tiefe Schichte des Nagels nimmt. Weitere Untersuchungen müssen lehren, ob nicht die Papillen der Furche, von welcher der hintere Theil des Nagels ausgeht, allein die ganze Dicke des Nagels absondern, und die untere Seite des Nagels mit der unter ihm frisch abgesonderten Epidermislamelle bloss conglutinirt ist. Krankhaft gebildete gekrümmte Nägel bestehen deutlich aus dachziegelförmig aufeinander und hintereinander liegenden Schichten, so dass die Schichten schief von oben und hinten nach unten und vorn gerichtet sind. Bei den Hufen wird die Hornsubstanz nicht von einer Furche, sondern von einem bestimmten Theile der Oberfläche des Fingergliedes abgeschieden. Ueber den Bau der Hufe und Klauen siehe Heusinger *Syst. d. Histologie. I.* Die Nägel entstehen nach J. Fr. Meckel erst im 5. Monate des Fötuslebens.

c. Haare.

Die Bildungsstätte der Haare ist der Haarbalg, ein längliches Säckchen, auf dessen Boden das Haar, durch den noch weichen Theil, die Haarzwiebel, befestigt ist. Mehrere Beobachter, wie Heusinger (*Syst. d. Histolog. Eisenach.* 2. 1823.) und Eble (*die Lehre von den Haaren. Wien* 1831.), beschreiben 2 Substanzen der Haare, eine feste gleichartige Rindensubstanz, und eine innere, mehr zellige Substanz. Heusinger stützte sich hierbei vorzüglich auf den zelligen Bau der Marksubstanz der Rehhaare. In den von den Haaren verschiedenen Stacheln der Igel und Stachelschweine bemerkt man ganz deutlich beide Substanzen. Die innere, lockere ist auf dem Querdurchschnitte strahlig. Die Borstenhaare des Schweins bestehen nach Eble aus einer zelligen Marksubstanz und aus einer Rinde, die aus mehreren Fasern be-

steht, welche sich leicht zersplittern. Nach E. H. WEBER's Untersuchungen der Menschenhaare bestehen diese aus einer ganz gleichartigen Substanz, ohne Unterschied von Mark und Rinde. Nach WEBER sind die Menschenhaare meist platt, auf dem Durchschnitte nach einer Seite oft etwas ausgehöhlt, nierenförmig; so finde ich wenigstens auch die Form meiner Kopfhaare. Die Haare der Fledermäuse sind knotig, die der grauen Thiere, wie Mäuse, schwarz und weiss gefleckt. In Hinsicht der vielen Mannigfaltigkeiten in dem Baue der Haare, verweise ich auf HEUSINGER's und EBLE's vorzügliche Schriften und deren Kupfer. HEUSINGER und EBLE haben den Ursprung der Tasthaare der Thiere sehr genau untersucht. Der Haarschaft fängt auf dem Boden des Haarbalges mit einer Anschwellung an, die Wurzel oder Zwiebel des Haares; sie ist weicher als das Haar, und zeichnet sich durch die stets gleichbleibende weisse Farbe vor den übrigen Theilen des Haares aus; sie ist hohl, und enthält in sich den eigentlichen Haarkeim, Pulpa pili, eine wahrscheinlich gefässreiche Verlängerung des Bodens des Haarbalges. Ausserdem wird das Tasthaar in dem Haarbalge noch von einer röthlichen weichen gallertartigen Scheide umgeben, welche mit der innern Wand des Haarbalges organisch zusammenhängt. HEUSINGER beschreibt auch noch ein Oberhäutchen an der innern Fläche dieser Scheide, das sich in die Oberhaut des Coriums verfolgen lässt. Der Haarkeim ist in den Tasthaaren nach HEUSINGER und EBLE länger als in anderen Haaren. EBLE hat bei der Katze durch feine Injection erwiesen, dass die Scheide des Tasthaars in dem Haarbalge gefässreich ist, und die Injectionsmasse färbte selbst den Haarkeim roth, ohne dass sich deutliche Gefässe nachweisen liessen. A. a. O. fig. 121. 122. Im Haarbalg des Menschen ist es EBLE nicht gelungen, die weiche Scheide nachzuweisen. Die Haarzwiebel besteht hier aus dem weichern Theile des Haars und dem darin eintretenden Keime. Die Zwiebel ist keulenförmig und dicker als die Fortsetzung des Haars. Die pulpöse Substanz oder der Haarkeim verliert sich nach oben in die Marksubstanz des Haars. Fast man alles zusammen, so scheint sich die Haarsubstanz durch Absonderung von Hornmasse auf der Oberfläche des conischen organisirten Haarkeims zu bilden. Das Wachsthum der Haare geschieht übrigens durch immer weitere Apposition von Bildungstheilchen am Insertionspunkte des Haares. An keiner andern Stelle wächst das Haar; die äussersten Theile des Haares sind daher die zuerst gebildeten. Uebrigens hat auch der Keim des Haares seine Entwicklungszustände, und von diesen hängt natürlich die verschiedene Form des Haares an verschiedenen Theilen seiner Länge, und die bei Thieren oft vorkommende Farbenverschiedenheit an verschiedenen Theilen seiner Länge ab. So ist auch der Anfang der Stacheln spitz, der mittlere Theil ist der breiteste, und das Insertionsende ist wieder dünner. Da diese Theile successiv hintereinander gebildet werden, so kann die verschiedene Dicke der ebengebildeten Theilchen nur von verschiedenen Entwicklungszuständen der Matrix abhängen. Dass etwas Aehnliches bei den Haaren stattfindet, zeigt das nicht seltene Vor-

kommen von Haaren, deren Insertionsende dünner ist. Diese Entwicklungszustände des Keims sind am deutlichsten und merkwürdigsten bei der Entstehung der Federn.

Eble bestreitet die Behauptung von Lauth, dass die Epidermis sich im Haarbalge bis zur Insertion des Haares fortsetze, was dieser sehr bestimmt an den Tasthaaren des Fuchses und der Fischotter gesehen haben will. Nach Lauth geht die Epidermis im Innern des Haarbalges continuo in die Basis des Haares über, so dass das Haar statt Epidermis durch die starke Absonderung des conischen Haarkeims entstehe, auf welchem die Basis des Haares aufsitze. Siehe Lauth, *Mémoire sur divers points d'anatomie fig.* 9.

Beim Weichselzopfe werden die Haare klebrig. Hierbei kann sich vielleicht der Haarkeim etwas verlängern, wenn es wahr seyn sollte, dass die Haare schmerzen, und dicht an der Wurzel abgeschnitten, bluten sollen (?). In den Tasthaaren der Hunde ist der Keim nach Heusinger's Beobachtung so lang, dass sie beim Abschneiden dicht über der Haut einen Tropfen Blut ausscheiden, was Eble auch von den Tasthaaren bemerkt.

Die Haare werden durch Reiben elektrisch; wenn ich mit der Collectorplatte eines gewöhnlichen Condensators nur ganz leise einmal über meine Kopfhaare streiche, so bewirkt die dem Bohnenberg. Elektrometer genäherte Platte schon eine starke Abweichung des Goldblättchens. So verhalten sich aber die Haare im todten wie im lebenden Zustande. In Hinsicht der chemischen Zusammensetzung der Haare folge ich Berzelius Thierchemie. Die Haare bestehen aus Hornstoff; ihre verschiedene Farbe rührt nach Vauquelin von einem gefärbten Fett her; beim schwarzen Haare zugleich von Eisen, Schwefeleisen? Nach Ausziehen des Fettes, vermittelst Alcohol oder Aether, wird das Haar graugelb, so dass im Alter die graue Farbe der Haare von einem solchen Fehler in der Absonderung der Bildungstheile des Haares herrührt, dass das gefärbte Fett fehlt. Alcohol zieht auch Osmazom mit den begleitenden Salzen, Chlornatrium, Chlorkalium und etwas Chlorammonium aus, welche nach Berzelius bloss von den Haaren anklebenden Ausdünstungsmaterie herrühren. Der Hornstoff des Haares verhält sich wie der Hornstoff des Horns. Der Hornstoff wird weder von Wasser, noch von Alcohol, noch von Aether aufgelöst. Concentrirte Schwefelsäure löst ihn nicht auf. Das von kalter Salpetersäure aufgeweichte Horn löst sich hernach beim Kochen mit Wasser zu einer Flüssigkeit, die nach dem Abdampfen beim Erkalten gelatinirt. Diese Gallerte wird indess von kaltem Wasser wieder aufgelöst, die Auflösung durch Gerbestoff gefällt. Kaustische fixe Alcalien lösen den Hornstoff leicht, kaust. Ammonium gar nicht auf, wodurch sich der Hornstoff sehr von coagulirtem Faserstoff und Eiweiss unterscheidet. Von letzterem unterscheidet er sich auch durch seine Unauflöslichkeit in Essigsäure, und dass sich der Hornstoff mit Kali zu einem seifenartigen Körper, Hornkali, vereinigt. Vergl. pag. 122. Im papinschen Digestor gekocht, lösen sich die Haare nach Vauquelin in Wasser auf. Die Auflösung enthält Schwefelwasserstoff.

Chlor entfärbt die Haare, und vereinigt sich hernach damit zu einer klebrigen bittern Materie. Epidermis und Haare vereinigen sich mit Metalloxyden; sie werden schwarz von salpetersaurem Silberoxyd, wobei der Schwefel des Haares mit dem Silber sich zu Schwefelsilber verbindet. Berzelius *Thierch.* 299. Beim Erhitzen schmilzt das Haar, und verbrennt leuchtend mit Horngeruch; bei der trocknen Destillation entwickelt es Ammoniak und Schwefelwasserstoff. Die Asche des Haares macht nach Vauquelin $1\frac{1}{2}$ proc. vom Gewichte des Haars. Sie enthält Eisenoxyd, eine Spur von Manganoxyd, schwefelsauren, phosphorsauren, kohlensauren Kalk und eine Spur von Kieselerde; die schwarzen Haare enthalten am meisten, die hellen am wenigsten Eisen; letztere dagegen phosphorsaure Talkerde. Die Haare bestehen sonst aus Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff und Sauerstoff. Aber das Verhältniss ihrer Vereinigung kennt man noch nicht.

d. Stacheln. Ueber den Bau und das Wachsthum der Stacheln siehe dieses Handb. 1. Aufl. p. 368. Boeckh *de spinis histricum. Berol.* 1834. und Mueller's *Archiv* 1835. *p.* 236.

e. Hörner. Mit den Hörnern muss man nicht die Geweihe verwechseln. Letztere sind zu einer gewissen Zeit organisirt, die Hörner nie; die Matrix der Hörner ist die Oberfläche knöcherner Fortsätze; die Stirnhörner der wiederkäuenden Thiere bilden sich durch schichtförmige Absonderung der Hornsubstanz auf der Oberfläche der knöchernen Matrix des Horns oder des Stirnbeinfortsatzes, welcher die Form des Horns bestimmt; diese Schichten verhalten sich also so, dass eine gleichsam in der andern steckt, und dass die jüngeren zugleich die unteren und inneren sind, und immer eine grössere Basis erlangen. Das Horn des Nashornes hat keine innere Matrix wie die Stirnhörner der Wiederkäuer, sondern geht von der Nasenhaut aus. Diese Hörner sind also solid, und haben das Eigenthümliche, dass sie aus lauter Fasern, gleichsam aus verklebten Haaren, bestehen.

f. Federn. Die Federn bestehen 1) aus dem hohlen Kiel, der in seiner Höhle ein vertrocknetes, früher organisirtes Gewebe, die Federseele, einschliesst; 2) aus dem Schafte, der Fortsetzung des Kiels; 3) aus der Fahne mit ihren Strahlen, die wieder feine Nebenstrahlen ausschicken. Die Dunen besitzen nach Nitsch's Beobachtung knotige Nebenstrahlen. Die Entstehung der Federn haben Alb. Meckel (Reil's *Arch.* 12. 37.), Dutrochet (*J. d. physiol.* 88. 333.) und Fr. Cuvier (Froriep's *Not.* 317.) beobachtet.

Die Feder steckt in dem Federbalge, der nach Meckel von der Oberhaut bekleidet ist. Auf dem Boden des Balges ist die Feder mit ihrem untern Ende oder dem Nabel der Feder befestigt; wird sie ausgerissen, so blutet die hier blossgelegte Haut des Balges. Wenn die Feder entsteht, erhebt sich nach A. Meckel aus dem Boden des Balges ein conischer Körper, der auf der Oberfläche hornig wird, und sich zu einem Cylinder entwickelt. Das Innere dieser hornigen Scheide ist mit gallertartiger organisirter Masse, dem Federkeim, angefüllt, während die hornige Scheide des Keims zur Bildung der Feder zunächst nichts bei-

trägt. Mit dieser Scheide wächst der Federkeim aus dem Balge hervor, die Scheide wächst anfangs mit der jungen Feder gleich fort, erhält bald oben eine Oeffnung, aus welcher der Anfang der Federfahne oder vielmehr das zuerst gebildete Ende der Federfahne mit dem Ende des Schaftes hervortritt. Wenn die Feder successiv bis zu dem zuletzt entwickelten Kiele gebildet ist, verklebt die Scheide mit dem Horne des Kiels, von welchem man die Scheide an ausgewachsenen Federn in Form von Fetzen abziehen kann. Ueber die Entstehung der Federfahne und des Schaftes scheinen die Untersuchungen von Fr. Cuvier das meiste Licht zu verbreiten. Schneidet man die Scheide, worin der Pulpus der Feder liegt, auf, so trifft man nach Fr. Cuvier auf eine äussere gestreifte Haut des Pulpus, unter dieser trifft man die Bärtchen der Fahne so gelagert, dass sie den Stamm des Pulpus schief aufsteigend umfassen, während sie nach 2 Richtungen von dem Stamme des Federkeims ausgehen. Unter den Federbärtchen liegt die innere gestreifte Haut, welche zunächst den Stamm des Pulpus umgiebt. Zwischen der äussern und innern gestreiften Haut liegen häutige Scheidewändchen zwischen den Bärtchen der Federfahne. Die Bärtchen der Federfahne bestehen anfangs aus einer breiigen Substanz, welche von der Stelle des Stammes, von welcher hernach die Bärtchen der Federfahne ausgehen, gebildet zu werden scheint. Man weiss nicht, ob zuerst die Enden der Bärtchen entstehen, und durch immer weitere Apposition von Bildungstheilchen wachsen. Es bildet sich das Ende der Federfahne mit dem Ende des Schaftes zuerst, und mit dem Wachsthume werden die unteren Theile der Federfahne und des Schaftes nacherzeugt. Wenn die Federfahne aus der Scheide der Feder in die Luft hervortritt, zerstieben die innere und äussere Membran, welche zwischen den Scheidewändchen früher die Bärtchen der Federfahne eingeschlossen haben. Da der Schaft und die Fahne der Feder sich zuerst entwickeln, so zeigt sich auch derjenige Theil des Pulpus, aus welchem jene entstehen, zuerst; allein sobald der am meisten vorgeschobene Theil des Pulpus seine Bestimmung erfüllt hat, verliert er seine Organisation; sobald er das Mark des Federschaftes erzeugt hat, verliert er seine Gefässe, und trocknet aus. Hierauf verändert der weiter sich entwickelnde untere Theil des Pulpus seine Bestimmung. Er sondert auf seiner Oberfläche die Hornsubstanz des Kiels ab, mit dem sich zugleich die früher erwähnte hornige Scheide der Feder verbindet. Wenn der Pulpus in dem Kiele zu vertrocknen anfängt, zeigt er Abtheilungen in Zellen durch trichterförmige Septa, wovon ein Trichterchen in dem andern steckt; früher sind die Zwischenräume dieser Trichter mit Mark ausgefüllt, später schwindet dieses, die Scheidewändchen und das häutige Wesen des Pulpus trocknen aus, und der Rest davon bildet hernach die sogenannte Federseele. Diess hat schon A. Meckel sehr gut beobachtet.

2) *Vom Zahngewebe.* Die Bewaffnung der Kinnladen geschieht theils durch Hornlamellen, wie am Schnabel der Vögel, der Schildkröten, an den Barten der Wallfische; theils durch

Zähne. Beide Arten der Organe sind nicht organisirt, sondern werden durch eine organisirte Matrix erzeugt. In Hinsicht des Baues der Zähne verweise ich auf Cuvier's *vergl. Anatomie*, auf sein Werk *recherches sur les oss. foss.* Heusinger's *Histologie.* Rousseau *anat. comp. du syst. dent. Paris* 1827. Die Matrix des Zahnes ist das Zahnsäckchen. Diese liegen in der Alveolarfurche der Kiefer des Fötus, von dem Zahnfleische bedeckt. Sie entstehen zum Theile schon im 3. Monat des Embryo. Die Säckchen der Zähne, welche die Milchzähne später ersetzen, entstehen zum Theil vor, zum Theil nach der Geburt. Das Zahnsäckchen wird durch 2 gefässreiche Häute gebildet. Die innere Haut ahmt die Form der Krone des Zahns nach, obgleich das Bildungsorgan der Krone der Zahnkeim ist. Vom Boden des Zahnsäckchens erhebt sich der weiche Zahnkeim, Pulpus dentis, in welchen von unten Gefässe und Nerven treten, und dessen Oberfläche die Form der spätern Krone annimmt. In der Mitte des Embryolebens beginnt die schichtweise Absonderung von Zahnsubstanz auf der Oberfläche der weichen Krone des Zahnkeims, in Form von Scherbchen, an den Spitzen der Krone. Diese Scherbchen der verschiedenen Kronenspitzen hängen anfangs noch nicht zusammen, allmählig vereinigen sie sich und die weiche Krone wird nun von einer Schaale von Zahnsubstanz oben und an den Seiten umgeben. Diese Schale, welche die äusserste Schicht der Knochensubstanz der Zahnkrone wird, und denselben Umfang hat wie die Krone späterhin, hängt nicht organisch mit ihrer Matrix zusammen, sie entsteht durch blosse Absetzung von den mineralischen Bestandtheilen der Zähne, vermischt mit thierischer Substanz; man kann die Schalen von ihrer Matrix aufheben. Die einmal gebildete Schale wächst nur nach innen durch Apposition von neuen Schichten, während in gleichem Maasse der Zahnkeim verkleinert wird, je mehr er Zahnsubstanz an die Wände der Zahnhöhle von innen absetzt. Zur Zeit des Ausbruchs der Zähne, vergrössert sich der Zahn nach unten hin mehr, womit natürlich eine entsprechende Vergrösserung des Keims von unten gleichläuft. Der untere Theil des Keims nimmt die Form der spätern Wurzeln der Zähne an, sondert von oben nach unten fortschreitend immer mehr Zahnsubstanz auf der Oberfläche ab, so dass die Wurzeln der Zahnsubstanz die Wurzeln des Keims wie hohle Scheiden umgeben, die anfangs ganz kurz sind, allmählig sich aber mit den Keimwurzeln unten durch Apposition verlängern. Der Anwuchs der Wurzeln ist zugleich die Ursache des Durchbruchs der Zähne durch das Zahnfleisch. Anfangs sind die Wurzeln der Zahnsubstanz nur dünne Scheiden mit weitem Eingange, allmählig wird durch Ansatz der Materie die Zahnsubstanz auch hier dicker, während der Keim dünner wird, und nach unten wird die Wurzel des Zahns zuletzt zur Spitze, gerade so wie bei den Stacheln, deren Wurzel sich nacherzeugt, und ebenfalls dünner ist als der mittlere Theil des Stachels. Zuletzt bleiben an den Wurzeln der Zähne nur Oeffnungen und Kanäle übrig, wodurch die Gefässe und Nerven zu dem Reste

24 *

des Zahnkeims in der Krone eindringen. Blake Reil's *Arch.* 4. 314. Vergl. Meck. *Handb. d. menschl. Anat.* 4. 212.

Die sich an der Krone abreibenden Zähne der Wiederkäuer und Pferde, die Nagezähne der Nager, können von unten noch lange auch im spätern Leben nachwachsen. Wenn die Krone der Zähne der Wiederkäuer noch nicht angegriffen ist, haben sie noch keine Wurzeln, und wenn diese sich gebildet haben, ist die Krone abgenutzt. Cuvier *vergl. Anat.* 3. 117. Die Stosszähne des Elephanten und die Schneidezähne der Nager bleiben an der Wurzel immer hohl, und wachsen durch immer weitere Apposition von Zahnsubstanz an die inneren Wände der Höhle durch den conischen Zahnkeim fort. Beim Füttern von Thieren mit Färberröthe fand Hunter (*Geschichte der Zähne* 1778.), dass die schon gebildete Zahnsubstanz nicht von Färberröthe durchdrungen wurde, wohl aber die innerste Schicht des Zahnes, welche eben gebildet wurde. Der Schmelz des Zahnes, welcher bloss die Krone umgiebt, besteht aus Fasern, welche fast senkrecht auf die Oberfläche des Zahnes gestellt sind. Diese Materie wird bei der Entstehung des Zahnes nicht von dem Zahnkeim, sondern von der innern Oberfläche des innern Zahnsäckchens als ein Secret auf die Oberfläche der Krone abgesetzt. Diese Fasern scheinen fast crystallinisch. An den Zähnen der wiederkäuenden Thiere, der Pferde und mehrerer anderen Säugethiere, welche ihre Zähne auf der Oberfläche abreiben, entsteht, nachdem die Zahnkrone schon hervorgebrochen ist, eine neue Substanz, welche sich um die Seiten und die Oberfläche der Krone anlegt, und die Unebenheiten der Krone ausgleicht, während die von den anderen Zahnsubstanzen gebildeten Erhabenheiten durch Kauen abgerieben werden. Diess ist der Kitt, cementum. Er scheint sich bloss aus den Speichelsalzen abzusetzen und dasselbe zu seyn, was der sogenannte Weinstein an den Zähnen des Menschen ist. Auch die mit Schmelz belegten senkrechten Lamellen der Backzähne der Elephanten werden beim Kauen abgerieben, und ihre Zwischenräume von Kitt ausgefüllt. Bei den Wiederkäuern und Pferden entsteht der Kitt wohl erst nach dem Ausbruche des Zahnes aus Speichelsalzen, aber Cuvier hat an den Zähnen des ganz jungen Elephanten bewiesen, dass die Absonderung von Kitt in Form von Tropfen schon beginnt, während die Zähne noch nicht hervorgebrochen sind, und dass diese Absonderung nach der Bildung des Schmelzes wahrscheinlich secundo loco, von der innern Wand des Zahnsäckchens geschieht. Ich habe diess an den jungen Elephantenzähnen in dem Museum zu Paris allerdings auch so gesehen, wie es Cuvier angiebt.

Gegen das Wachsthum der Zähne durch blosse Apposition scheint auf den ersten Blick der Umstand zu sprechen, dass man in den Stosszähnen von Elephanten öfter bleierne Kugeln gefunden hat, die von allen Seiten von Knochensubstanz umgeben waren. Dieser Einwurf widerlegt sich indess durch die Supposition, dass diese Kugeln in denjenigen Theil des Zahnes eingedrungen waren, der eben in der Bildung begriffen war.

Wenn die Zähne schmerzen, so ist bloss der Zahnkeim em-

pfindlich, ebenso bei dem Empfindlichwerden der Zähne von Säuren, wobei wahrscheinlich die Säure in die unmerklichen Poren des Zahnes eindringt, und den Zahnkeim selbst afficirt. Die sogenannte Caries der Zähne ist von der Caries der organisirten Knochen wohl zu unterscheiden. Diess ist eine blosse chemische Zersetzung der Zähne bei fehlerhafter Zusammensetzung, eine allmählige Zersetzung durch die Mundflüssigkeiten.

Ueber das Wachsthum der verschiedenen Thierzähne findet man herrliche Beobachtungen von Cuvier und Meckel in Cuvier's *vergl. Anat. übers.* von Meckel, 3. Nach Rosa sind die Keime der durchbohrten Giftzähne der Schlangen Platten, die sich umlegen, um zuletzt zu einem Canale sich zu verbinden. Siehe Cuvier *vergl. Anat.* 3. 127. Auch nach Knox ist das Mark oder der Keim der Zähne ein umgerollter Körper, welcher aussen und innen gegen den Giftcanal Zahnsubstanz abzusondern scheint. Doch sah er keine offene Furche, sondern einen durchsetzenden festen Streifen an der convexen Seite des Zahns. Auch der Giftcanal enthielt anfangs eine Art Mark. Froriep's *Not.* 406. Jeder Zahnkeim entsteht in einer besondern Capsel, die gleichsam seine Eihaut ist, und diese Capseln sind wieder von einer gemeinsamen Haut vereinigt.

Was die chemische Zusammensetzung der Zähne betrifft, so unterscheidet sich der Schmelz von der Knochensubstanz des Zahnes dadurch, dass Letztere viel mehr thierische Substanz (Knorpel) enthält.

Die Verschiedenheit zwischen beiden Substanzen ergiebt sich aus Berzelius Analyse derselben vom Menschen.

| | Schmelz. | Zahnknochen. |
|---|---|---|
| Thierische Substanz . . . . . . . . | — | 28,0 |
| Phosphorsaurer Kalk mit Fluorcalcium | 88,5 | 64,3 |
| Kohlensaurer Kalk . . . . . . . | 8,0 | 5,3 |
| Phosphorsaure Talkerde . . . . . | 1,5 | 1,0 |
| Natron mit etwas Kochsalz . . . . | — | 1,4 |
| Alcali, Wasser, thier. Substanz . . | 2,0 | — |
| | 100,0 | 100,0 |

Der Kitt an den Zähnen des Rindes besteht nach Lassaigne aus 42,18 thierischer Materie, 53,84 phosphors. Kalk, 3,98 kohlens. Kalk.

Einige haben die Zähne wegen ihrer schichtweisen Bildung und wegen ihrer Ersetzung durch Horn bei dem Schnabelthiere, bei den Vögeln, Schildkröten und bei den Wallfischen unter die Hornbildungen gerechnet und angenommen, dass die thierische Materie im Zahne auch Horn sei. Diess ist ganz irrig. Die Zähne geben nach der Extraction der Kalkerde wahren Leim beim Kochen, wie ich selbst erprobt habe, das Horn nie. Die thierische Materie im Horne und im Zahne sind daher ganz verschieden, und der Leim scheint in den Zähnen durchaus zur Bindung der Kalkerde nothwendig zu seyn.

Die Zähne des Schnabelthiers stehen mit einer breiten Fläche auf dem Zahnfleische, und bestehen aus hohlen Hornfasern. Heu-

singer a. a. O. 197. Die Zähne des Orycteropus bestehen auch aus senkrecht stehenden conglutinirten Röhrchen, zu denen nach Cuvier Blutgefässe gehen. Die Zähne sind nicht hornartig; aber die Zähne des Schnabelthiers enthalten nach Lassaigne 99,5 hornartige Masse, und 0,3 Knochenerde.

Diese Zähne bilden offenbar den Uebergang zu den Barten der Wallfische, welche hier die Zähne ersetzen. Hierüber haben Heusinger und Rosenthal (*Abhandlungen der Akademie zu Berlin* 1829.) Untersuchungen angestellt. Nach Rosenthal bestehen die Barten aus vielen grösseren und kleineren, etwas gekrümmten Hornplatten, welche mit ihren schwach concaven Flächen nach vorn, mit ihren convexen nach hinten, mit ihren scharfen Rändern nach aussen und innen gerichtet sind; sie stehen also quer parallel, und sind ½ Zoll von einander entfernt. An ihrer Basis, mit der sie auf dem Oberkiefer aufsitzen, werden sie durch ein 2 Zoll breites Hornband, welches alle Blätter wie ein Kranz umfasst, vereinigt. Jede einzelne Platte besteht aus einer äussern und innern Substanz; die Marksubstanz bildet parallele Röhren, die am untern Rande der Platte in borstenartige Fasern übergehen. Im untersten Theile jeder Platte weichen die Lamellen der Rinde von einander, und hier entsteht eine Höhle, in welche die Keimhaut der Barten hineinreicht. Jede Barte ruht auf einer über 1 Zoll dicken gefässreichen Haut. Diese bildet unter jeder Platte einen hervorragenden Fortsatz, welcher in den hohlen Raum an der Basis der Platten dringt, und in fadenartige Verlängerungen übergeht, mit denen sie in die Röhrensubstanz bis zu den Borsten der Barten dringt. Die Gefässe der Keimhaut der Barten dringen bis in die Röhren der Barten nach Rosenthal ein. Zwischen den Fortsätzen der Keimhaut, die in die untere Höhle einer Barte eindringen, liegt eine weisse hornige Masse, welche sich in die Rindensubstanz der Barten fortsetzt. Siehe die schönen Abbildungen Rosenthal's a. a. O. *tab.* 1—3.

3. *Vom Gewebe der Crystalllinse.* Die Linse des Auges besteht aus concentrischen Blättern, die übereinander liegen. Man hat bemerkt, dass diese Blätter oder Capseln wieder aus Fasern bestehen, die die Dicke der Blätter bestimmen. Nach Arnold (*Untersuchungen über das Auge des Menschen. Heidelb.* 1832.) entstehen diese Fasern nicht erst durch Behandlung mit Alcohol, heisses Wasser und andere Einwirkungen, sondern er hat sie selbst in Schichten ganz frischer Linsen, obgleich nicht deutlich, gesehen; besser sieht man den Bau, nachdem die Linse in verdünnten Alcohol gebracht worden. Nach Leeuwenhoeck, Huenefeld, Reil und Arnold sind die Fasern in den Schichten der Crystalllinse folgendermaassen angeordnet: Man denke sich vom Mittelpuncte der vorderen Fläche oder vom Pole der Linse 3 Linien so gegen den Rand der Linse gezogen, dass sie die Fläche in 3 Felder theilen. Die Fasern gehen nun parallel vom Rande der Linse durch die Schichten, schief gegen diese 3 Linien, wodurch 3 gefaserte Felder jeder Schicht entstehen. Die 3 Linien bilden eine ungefaserte Figur, welche die Fasern der 3 Felder aufnehmen. Ich bemerke hier, dass die Linse der Schweine re-

gelmässig in solche 3 Felder getheilt ist, wie man schon äusserlich an den meisten Schweinsaugen sieht. ARNOLD hält diese Fasern für Lymphgefässe; aber es sind in der That blosse Fasern. Die Fasern der Linse können sich auch durch die Art der Absonderung der Linsensubstanz bilden, wie denn der erste, bekanntlich weichere, Ansatz von Schmelz auf den Zähnen des Fötus der Wiederkäuer, wie ich sah, erhabene fast parallele Linien bildet, die hernach verschwinden, oder deren Zwischenräumchen ausgefüllt werden.

Die Matrix der Crystalllinse ist die Linsencapsel, welche von ihrer innern Fläche die Schichten der Crystalllinse abzusondern scheint. Diese Art der Bildung ist indess nicht gewiss, und man weiss nicht genau, ob die Linse nicht in einem engen organischen Zusammenhange mit ihrer Capsèl steht. Nach WERNECK (*Zeitschr. f. Ophthalmol.* 4. *p.* 28.) soll die innere Fläche der Linsencapsel mit der Linse durch ein Gewebe von sehr kurzen Zellen zusammenhängen, die beim vorsichtigen Abreissen unter Wasser an der Linsencapsel sitzen bleiben. Die Blutgefässe der Linsencapsel sind schon pag. 205. beschrieben worden. Sie erhält beim Fötus und Erwachsenen Blut von dem durch den Glaskörper gehenden Ramus capsularis arteriae centralis retinae, beim Fötus stehen diese Gefässe aber auch durch die gefässreiche, von mir gefundene Membrana capsulo-pupillaris mit den Gefässen der Pupillar-Membran und Iris in Verbindung, so wie die Gefässe der Linsencapsel wieder mit den Gefässen der Zonula Zinni im Zusammenhange stehen, was HENLE gezeigt. HENLE *de membrana pupillàri. Bonnae* 1832. HENLE hat auch beim Fötus der Säugethiere an Injectionen beobachtet, dass die Gefässe des Corpus ciliare wieder mit den Gefässen der Zonula zusammenhängen.

Die chemische Zusammensetzung der Linse ist von BERZELIUS untersucht. Die Materie der Crystalllinse ist grösstentheils in Wasser löslich. Diese Materie coagulirt von Hitze, und anderen Einflüssen, wie Eiweiss und Färbestoff des Blutes. Die nach dem Coaguliren übrig bleibende Flüssigkeit ist schwach sauer, und enthält Osmazom mit den dasselbe begleitenden Salzen.

| | |
|---|---|
| Eiweissartige Materie . . . . . . . . | 35,9 |
| Alcoholextract mit Salzen . . . . . . | 2,4 |
| Wasserextract mit Spuren von Salzen . . | 1,3 |
| In Wasser unlösliches thierisches Wesen | 2,4 |
| Wasser . . . . . . . . . . . . . . | 58,0 |

Die Asche der Crystalllinse soll etwas eisenhaltig seyn. Die Menge Alcali und Kochsalz mit etwas phosphorsaurem Kalke beträgt 0,005 vom Gewichte der frischen Crystalllinse. Eine undurchsichtig gewordene Linse fand JOHN (MECK. *Arch.* 3. 361.) alcalisch reagirend.

Leichte Verwundungen der Linsencapsel haben nach DIETRICH (*über die Verwundungen des Linsensystems. Tüb.* 1824.) keine Folge. Bei stärkeren Verwundungen mit Zerrung und Einschneidung der Linse ging das Undurchsichtigwerden der Linse bis in den Kern vor, und verbreitete sich von da bis zur Peripherie der Linse.

Aus der Cataracta lenticularis, wo häufig zuerst der dichtere Kern der Linse undurchsichtig wird, kann man nicht schliessen, dass die Linsensubstanz selbst Gefässe enthalte. Denn von der Beschaffenheit der Absonderung auf der innern Fläche der Linsencapsel kann es abhängen, dass die innersten Schichten der Linse, die ohnehin dichter sind, und vielleicht in chemischer Hinsicht von den oberflächlichen sich unterscheiden, sich selbst noch lange nach ihrer Erzeugung chemisch verändern.

Wahrscheinlich hängt die Entstehung der grauen Staare von der Beschaffenheit der Capsel ab. Obgleich die Entzündung der Capsel gewiss nicht allein die Ursache der grauen Staare ist, so ist sie es doch nach v. Walther oft; was besonders durch ein Präparat von Schröder v. d. Kolk wahrscheinlich wird, an welchem die Linsencapsel einer cataractösen Linse sehr schön injicirt ist, was sonst bekanntlich bei Erwachsenen sehr schwer gelingt.

So viel von dem Wachsthume der unorganisirten Gewebe.

Ueber die Gesetze, welche bei dem Wachsthume der organischen Körper statt finden, hat G. R. Treviranus mit seinem gewohnten philosophischen Scharfsinn (*Biologie* 3. 463—544.) sehr lehrreiche Betrachtungen angestellt.

Das Wachsthum der organischen Körper hat eine bestimmte Grenze; bei den meisten höheren Thieren wird diese lange vor dem Ende des Lebens, beim Menschen z. B. mit der Mannbarkeit erreicht, während die Formveränderungen des Ganzen und der Theile fortdauern. Bei manchen Pflanzen und bei den Fischen und mehreren Amphibien fällt die Grenze des Wachsthums fast mit der Grenze des Lebens überhaupt zusammen. Aber nicht alle Theile wachsen gleichförmig, manche verschwinden, während andere entstehen oder sich ausbilden, kurz das Wachsthum ist mit beständigen Veränderungen der Form verbunden. Bei den meisten Thieren fallen die merkwürdigsten Phänomene der Metamorphose in die Periode des Embryolebens, wie bei dem Menschen, den Säugethieren, den Vögeln, den Fischen, während die nackten Amphibien und die Insecten und mehrere niederen Crustaceen auch nach der Entwicklung des Eies gleichsam den Embryonenzustand verlängern, indem sie ihre Form verändern, neue Organe erzeugen, und andere ablegen. Bei den Säugethieren und dem Menschen sind diese Umwandlungen wohl am seltensten. Es gehören hieher das anfängliche Wachsthum der Thymus in der Kindheit und ihr späteres Schwinden bis zum 12. Jahre, die Entwicklungsperioden des Zahnwechsels, der Pubertät, mit den Formveränderungen des Kehlkopfes, der Entwicklung der Haarkeime des Bartes und der Schaamhaare, der Brüste. Aber bei den nackten Amphibien erzeugen sich die Nieren selbst erst im Anfange des Larvenlebens, während die Wolffschen Körper (pag. 150.) decrepid werden. Das Verschwinden der äusseren Kiemen bei den Froschlarven, die Entwicklung der inneren Kiemen für die längere Zeit des Larvenlebens, die Entwicklung der Extremitäten am Ende des Larvenlebens, die Ablegung des Schwanzes, und der endliche Verlust der Kiemen sind schon erwähnt

worden. Erst gegen das Ende des Larvenlebens entstehen ihre Genitalien. So habe ich bei Froschlarven die erste Spur der Hoden und Eierstöcke erst bemerken können, wenn sie sich schon zum Theil verwandelt haben, nämlich schon 4 Beine haben, aber noch den Schwanz und die Kiemen besitzen. Bei den Salamanderlarven, welche in der längsten Zeit des Larvenlebens schon mit Extremitäten versehen sind, entstehen die Genitalien auch erst in der spätern Zeit des Larvenlebens, ehe die Kiemen eingehen *).

Der Darmcanal bei den Froschlarven für Pflanzennahrung bestimmt, war ausserordentlich gross, er erleidet während der Metamorphose die Reduction in den Darmcanal des fleischfressenden Thiers. Auch die Wirbel während des Larvenlebens durch conisch ausgehöhlte Facetten wie bei den Fischen verbunden, nehmen an der Umwandlung Antheil.

Die Metamorphose der Thiere während der Entwicklung und des Wachsthums beruht zum Theil auf Entwicklung und Reduction ähnlicher Theile. Man hatte früher bemerkt, dass der Embryo während der Entwicklung die Stufen niederer Thiere durchlaufe, und diese an sich unrichtige Idee bis ins Abenteuerliche ausgesponnen. In dieser Ansicht liegt aber die Ahnung des wahren Verhältnisses, welche den Gegnern dieser Ansicht entging. v. Baer hat das Verdienst, das Gesetz dieser Metamorphose zuerst erkannt zu haben; er zeigte, dass die Wirbelthiere, vom Menschen bis zu den Fischen, einen gewissen gemeinsamen Typus ihrer Bildung, eine gewisse Summe gleicher Theile besitzen, die man im Embryonenzustande bei allen in vollkommener Aehnlichkeit noch antrifft, welche sich aber bei verschiedenen Classen zu verschiedenen Formen ausbilden, oder selbst reducirt werden; wie z. B. die rippenförmigen Anhänge des Zungenbeins allen Wirbelthieren im Embryonenzustande gemeinsam sind, aber bei den höheren Thieren reducirt werden, bei den Fischen und Amphibienlarven sich zu Kiemen ausbilden, pag. 286. Alle Wirbelthiere gleichen sich, und zeigen eine Reihe von Wirbelkörpern mit hinteren Bogen für die Deckung der Centraltheile des Nervensystems; und einer Anzahl rippenförmiger vorderer Anhänge

*) In meiner Abhandlung, Beiträge zur Anatomie und Naturgeschichte der Amphibien, Tiedemann's *Zeitschrift für Physiol.* 4. 2., habe ich mich in dieser Hinsicht nicht ganz richtig ausgedrückt, wenn ich sagte, dass die Larven, so lange sie nicht die Kiemen ablegen, keine entfernte Spur der Genitalien besitzen. Ebendaselbst ist Folgendes zu berichtigen: P. 202. Z. 3. st. *an der hintern Seite der Nieren* lies *in der Nähe der Hoden und Eierstöcke.* Z. 14. st. *Harnstoff* lies *Hornstoff.* P. 203. Z. 21. st. *dreiförmigen* l. *dreihörnigen.* P. 209. Z. 15. st. *drei* l. *vier.* P. 224. Z. 23. st. *Volumella* l. *Columella.* P. 227. Z. 12. st. *Hebel* l. *Gabel.* P. 230. Z. 7. st. *Ablephanus* l. *Ablepharus.* P. 231. Z. 10. sind die Worte *statt der Anonymae* zu streichen. P. 263. Z. 9. st. *Thyphopina* l. *Typhlopina.* P. 266. Z. 4. v. u. st. *Alanus* l. *Blanus.* P. 267. Z. 2. v. u. st. *Lepodosternon* l. *Lepidosternon.* P. 268. Z. 5. st. *äussern* l. *äusserst;* Z. 14. st. *Uropeltana* l. *Uropeltacea;* Z. 9. v. u. st. *Caup.* l. *Hempr.* P. 270. Z. 15. u. 16. st. *Dryophis, Psamonophis, Dipsas,* ist bloss *Psammophis* zu setzen.

zur Umschliessung der Eingeweide, welche zum Theil knorpeligen oder knöchernen Brustbeinrippen entgegen kommen, um einen Korb zu bilden, während die Halsrippen und Bauchrippen bei vielen Wirbelthieren fehlen, oder bei einigen (Crocodilen und Eidechsen) nur rudimentäre Anhänge der Halswirbel erscheinen.

Bei allen Wirbelthieren verkümmert diess System nach abwärts in den Steisswirbeln, entwickelt sich aufwärts in den 3 Wirbeln des Schädels (denn mehr kann ich nicht finden, die Bezeichnung Gehörwirbel und Aehnliches scheint mir eine Uebertreibung, Entstellung jener ganz richtigen Analogie). Bei allen Embryonen fehlen anfangs die Extremitäten; sie erscheinen bei den Embryonen zuerst als Hügelchen, welche sich bei verschiedenen Classen zu verschiedenen Formen umwandeln. Man sieht also, wie die Formen der ausgebildeten Wirbelthiere auf Umwandlungen und Reductionen eines gemeinsamen Typus beruhen. Einige Thiere entfernen sich beim Wachsthum sehr, andere wenig vom gemeinsamen Typus, wie er sich im Embryonen- und Larvenzustande ausspricht.

Wendet man sich zu der Abtheilung der Gliederthiere, in welchen das Gehirn zwar oben liegt, aber ein Schlundring den Schlund umfasst, und die Fortsetzung dieses und des Gehirns an dem Bauche liegt, so findet man leicht wieder einen nur diesen Thieren eigenthümlichen Typus in ihrem Skelet aus successiv verbundenen Leibesringen. Man findet Maxillen, Mandibeln, welche mit den Füssen nach Savigny's Untersuchungen zu einem und demselben Organsystem gehören. Das Insect hat als Larve 13 Leibesringe, nur im Larvenzustande wächst es, indem es sich 3—4mal häutet, in der Metamorphose während des Puppenzustandes zu einem neuen Geschöpfe wird. Zur Aeusserung des organisirenden Princips, welches die Form verändert, ist es nöthig, dass die ähnlichen Theile eine gewisse Grösse erreicht haben; die fortdauernde Ernährung dieser Theile durch Aufnahme von Nahrungsstoffen scheint das organisirende Princip von der Einleitung der Metamorphose abzuhalten; denn die Insecten wandeln sich früher um, wenn sie hungern, so wie eine Pflanze früher Blüthen treibt in magerm Boden. Je mehr aber die ähnlichen Theile an Umfang zugenommen haben, um so grösser scheint das Streben zu werden, aus den quantitativ ausgebildeten Massen qualitative Unterschiede durch Reduction und Entwicklung ähnlicher Theile zu bilden. Bei dem letzten Häuten erscheint das eingesponnene Insect als Puppe, deren anfangs weiche Oberhaut, wie aller Hornstoff, erhärtet. In der äussern Form vieler Puppen lassen sich schon die Rudimente der äusseren Formen des Insectes erkennen, wobei die Glieder eng an den Leib angeschmiegt sind. Die Grundzüge zur Verwandlung der äusseren Formen sind schon mit der Umwandlung der Larve in die Puppe gegeben. Die Puppe zeigt schon die Abtheilungen des Thieres in 3 Abschnitte, indem die 3 Ringe, welche in der Larve auf den ersten oder Kopfring folgen, zum Thorax umgewandelt werden, in dem man hernach Prothorax, Mesothorax, Metathorax erkennt, während die 9 letzten der 13 Ringe des Larvenkörpers in die 9 Ringe des

Hinterleibs des vollkommnen Insectes sich umwandeln, und sich verkürzen; die Rudimente der Flügel am 2. und 3. Ring des Brustkastens, die Rudimente der Füsse an den 3 Ringen des Brustkastens, die Antennen und Palpen am Kopfe sich bilden. Der Sinn für das Licht entsteht bei vielen Larven erst durch die Verwandlung, bei anderen entwickeln sich statt der einfachen Larvenaugen zusammengesetzte. Von 13 Ganglien des Nervenstranges beim Kohlschmetterling vereint sich das 3. mit dem 4., das 5. mit dem 6., das 7. und 8. verschwinden ganz. Mit diesen Umwandlungen laufen die der Eingeweide gleichen Schritt. Der Schmetterling erlangt auch statt der bisherigen Kiefer den Saugrüssel; seine Spinngefässe verschwinden. Der Darmcanal, die Athemorgane wandeln sich um. Vergl. pag. 283. Vom Beginn der Entwicklung ist der Fettkörper fast verflüssigt, er wird grösstentheils auf die Bildung der neuen Organe verwandt. Siehe das Nähere in dem classischen Werk: Herold *Entwicklungsgeschichte der Schmetterlinge. Cassel* 1815. Während bei den Amphibienlarven die Genitalien anfangs fehlen, hat Herold bei den selbst sehr jungen Larven die äusserst zarten Rudimente der Hoden und Eierstöcke entdeckt. Viele Insecten beharren auf dem Larventypus.

Unter den Crustaceen beobachtet man nicht allein, dass die höheren Crustaceen im Embryonenzustande noch ein deutlich gegliedertes Bruststück haben, und dadurch niederen Crustaceen gleichen; die jungen Crustaceen sind auch oft viel einfacher, wie z. B. die jungen Cyclops nur 2 Fühler und 2 Fusspaare haben. Einige Crustaceen erleiden sogar eine gänzliche Umgestaltung ihrer Form, wie die Lernaeen nach den Entdeckungen von Nordmann. *Microcraph. Beitr.* 2. Die Stelle dieser sonderbaren parasitischen Thiere war lange im Systeme zweifelhaft, weil sie im ausgewachsenen Zustande fast alle Spuren ihrer früheren Gliederung abgelegt haben, daher sie Einige unpassend mit den Eingeweidewürmern vereinigt hatten. Nordmann hat entdeckt, dass diese Thiere im Embryonen- und Larvenzustande als vollkommene Crustaceen erscheinen. Der Embryo des Achteres percarum hat z. B. 4 Pinselfüsse. Nachdem er das Ei verlassen, hat er 2 Antennen, 3 Paar vordere Krallenfüsse, und 2 Paar Büschelfüsse, und ist den Fischläusen ähnlich. Die Jungen von Aneorella haben in der Eihülle selbst ein rothes Auge.

Die Ringelwürmer vermehren bei dem Wachsthume ihre Ringe, die Arenicolen auch die Zahl ihrer büschelförmigen Kiemen, wie ich aus Vergleichung verschiedener Exemplare von Arenicola carbonaria sehe.

## *III. Capitel.* Von der Wiedererzeugung.

Dadurch, dass die schaffende organisirende Kraft, welche im Keim des Embryo alle Theile des Thiers gleichsam als nothwendige Glieder seines Begriffes erzeugt, in der Ernährung fortwirkt, ist Erholung, Genesung und Wiedererzeugung eines Ver-

lustes in einer gewissen Grenze möglich. Die Regenerationskraft ist um so grösser, je jünger ein zusammengesetztes Thier, und je einfacher überhaupt ein Thier gebildet ist. Die Larve der nackten Amphibien, welche selbst noch erst manche Theile erzeugt, die bei anderen Thieren im Embryozustande entstehen, wie die Genitalien, ist auch fähiger einen Verlust wieder zu erzeugen als das erwachsene Thier; die Insecten-Larven erzeugen oft verlorne Theile wieder, die Insecten nach der Verwandlung nicht. Bei den niederen Thieren, wie Polypen, Würmern, erzeugen sich selbst Theile des Ganzen wieder zu einem neuen Ganzen. Man kann sich die allmählige Abnahme der Regenerationskraft mit der Entwicklung und mit der Zusammensetzung eines Thieres nicht anders verständlich vorstellen, als dass die organisirende Kraft durch die Entwicklung und durch die Erzeugung der Organe gleichsam mehr vertheilt wird, und sich zum Theil an die einzelnen Organe mehr bindet.

Ich habe schon in den Prolegomena einige der allgemeinen Gesetze, die für die Wiedererzeugung gelten, angeführt. Wenn sehr einfache Thiere und Pflanzen eine gewisse Summe gleichartig gebildeter Theile besitzen, und wenn das Ganze durch Vermehrung dieser gleichartigen Theile wächst, kann das Ganze sich theilen, und die getrennten Stücke, welche nun noch die wesentlichen Theile des Ganzen, aber von geringerer Anzahl enthalten, leben fort und ergänzen sich, wie z. B. abgeschnittene Zweige von Pflanzen eingepflanzt wieder zu neuen productiven Individuen werden. Die verschiedenen Theile einer Pflanze sind sich noch so ähnlich, dass sich die Zweige in Wurzeln, die Staubfäden in Blumenblätter umwandeln können. Von diesem Gesichtspunkte lässt sich auch die Regeneration der Süsswasserpolypen, Hydra und verwandter Thiere betrachten, obgleich die Polypen, nach den Infusorien zu schliessen, gewiss zusammengesetzter sind als man früher glaubte. Trembley *Abhandlung zur Geschichte der Armpolypen, übersetzt von* Goeze. *Quedlinb.* 1791. Schaeffer *Abhandl. von den Armpolypen.* Roesel *Insectenbelust.* 3. Bonnet *contempl. de la nature.* Die Arme der Hydren können sich durch freiwillige Ablösung zu neuen Polypen ausbilden. Es darf uns daher nicht wundern, dass sie es abgeschnitten thun. Aber Polypen, die in transverseller oder longitudineller Richtung durchschnitten sind, erzeugen sich wieder, ja selbst kleinere Stücke des Polypen werden wieder zu ganzen Thieren. Stellt man sich den ganzen Polypen als ein System von an Kraft ähnlichen Theilchen vor, die nur so lange dem organisirenden individuellen Princip unterworfen sind, als sie eine gewisse Verwandtschaft haben, und denkt man sich die individuelle organisirende Kraft als das Resultat des Zusammenwirkens der Molecule, so werden abgeschnittene Stücke wieder Systeme ähnlicher Molecule enthalten. Das organisirende Princip wirkt hier wieder durch die Verwandtschaft der Theilchen zu einander, dass das Stück zu der Organisation eines neuen Polypen umgewandelt wird. Erreicht der Polyp eine gewisse Grösse, ist dann das System von an Kraft ähnlichen Theilchen gross geworden, so scheint in klei-

neren Theilen des Polypen eine grössere Verwandtschaft der Molecule zu einander zu entstehen, als die Theile zum Ganzen behalten, und so tritt ein Streben ein, einzelne Polypensprossen zu bilden, die sich abstossen und selbstständig werden. Deswegen werden auch die Fetzen eines Polypen individualisirt, sie trennen sich bald von dem Mutterpolyp als neue Individuen. Nach Goeze, Schaeffer und Roesel soll man Polypen auch umkehren können und sie dennoch fortwachsen. Wendet man diese Facta auf die Keime der höheren Thiere an, so werden diese nur so lange theilbar und regenerationsfähig seyn, als sie noch aus einer homogenen Substanz bestehen, welche die Kraft zur individuellen Organisation noch in allen Theilen gleich enthält. Denkt man sich, dass die Keimscheibe eines höheren Thieres, entweder wo später der Kopf, oder wo später der Schwanz entsteht, durch irgend eine unbekannte Ursache bis auf eine gewisse Strecke sich theile, oder auch ohne Spaltung nach einer Richtung der Achse doppelte Theile entwickele, so werden, so fern jene oben angedeuteten Gesetze richtig sind, so gut wie bei einer in 2 noch zusammenhängende Fetzen getheilten Planarie, 2 Köpfe oder 2 Schwanztheile entstehen müssen und eine Doppelmissgeburt wird entstehen. J. Mueller, Meck. *Arch.* 1828. 1. Die Doppelmissgeburten sind weder ganz durch Theilung eines Keims noch durch Verwachsung zweier Keime erklärlich. Ein grosser Theil der Doppelmissgeburten wird besser durch Verwachsung zweier Keime oder durch Entstehung zweier Embryonen in einer Keimhaut, die hernach verwachsen, erklärt, besonders wenn die getrennten Theile gross sind. Dass diese Verwachsung von Embryonen existirt, geht als gewiss aus den Fällen hervor, wo die Embryonen nur durch einen kleinen Theil, wie z. B. durch den Hinterkopf in Barkow's Fall, verwachsen sind. (Barkow *de monstris duplicibus verticibus inter se iunctis. Berol.* 1821.) Embryonen, welche bloss durch das Gesicht zusammenhängen und in der Schnauze einfach sind, sonst aber doppelt oder Doppelmissgeburten mit einem Kopfe und getrennten ganzen Rümpfen kann man nicht wohl aus Theilung erklären, sie entstehen wohl durch Verwachsung und Verschmelzung der Keime mit denjenigen Stellen, wo gleichnamige Theile entstehen sollten, Schnauze mit Schnauze oder auf andere Art, wo die gleichnamigen Theile eine gewisse Anziehung auf einander auszuüben scheinen. Dagegen wäre es eben so schwer, eine Missgeburt mit einem überzähligen Theil, mit einem überzähligen Finger, einen ganz einfachen Körper mit einer doppelten Schnauze aus der Verwachsung zweier Keime zu erklären. Die Gesetze, welche bei der Reproduction der Polypen gelten, werden ohne Zweifel auch für die einfachen Keimstoffe der höheren Thiere gelten müssen. Man besitzt übrigens nur 2 Beobachtungen von Doppelmissgeburten des Hühnchens aus so früher Zeit, wo die Keimhaut noch vorhanden war. Die eine ist von C. Fr. Wolff, *Nov. comment. acad. Petrop.* 14. 456., die andere von Baer, Meck. *Arch.* 1827. 576. In Wolff's Fall hingen beide vollständige Embryonen nur durch denjenigen Theil der gemeinschaftlichen Keimhaut, der sich am Nabel in den Darm

fortsetzt, zusammen. In Baer's Fall war die Area pellucida der Keimhaut, statt wie gewöhnlich biscuitförmig, vielmehr kreuzförmig. Die Embryonen hatten einen gemeinsamen Kopf, ihre Leiber divergirten in den 2 längeren Schenkeln des Kreuzes. Wir werden übrigens auf diesen Gegenstand im 8. Buche, das von der Entwicklungsgeschichte der organischen Wesen handelt, zurückkommen.

Die Planarien haben, wie Dugès gezeigt hat, einen grossen Grad von Productionsvermögen. Froriep's *Not.* 501. Jeder 8. oder 10. Theil des Thiers kann ein vollständiges Individuum reproduciren. Jedes abgeschnittene Stück reproducirte sich im Winter in 12—14, im Sommer in 4 Tagen vollkommen. Zuweilen theilen sich die Planarien in 2 Individuen durch Quertheilung. Dugès fand ein Individuum im Wasser mit zwei Schwanztheilen, und wenn er die Planarien vorn der Länge nach theilte, entstand eine Doppelmissgeburt mit 2 vollkommenen Köpfen.

Bei den Ringelwürmern erstrecken sich die Stämme der Gefässe, das knotige Nervensystem, der Darmcanal auf eine ziemlich gleichförmige Art durch die ganze Länge des Thiers, durch die ringelförmigen Abtheilungen des Wurmes. Man kann sich aus der Structur dieser Thiere, dass sie aus einer reihenförmigen Succession gleichförmiger Theile bestehen, schon erklären, dass trotz ihrer grösseren Zusammensetzung doch auch die Theilung des Wurms in die Quere die Regeneration des Wurms nicht aufhebt. O. Fr. Mueller (*von den Würmern des süssen und salzigen Wassers*) hatte die Regeneration der Stücke der durchschnittenen Nereïden, Bonnet die Regeneration von 4, 5, 6 Stücken der Naïs variegata, und die Regeneration der zwei Theile eines quer durchschnittenen Regenwurms beobachtet, was Dugès nicht gelang, obgleich die Regenwürmer die abgeschnittenen vordersten Ringe und den Kopftheil ersetzen. Froriep's *Not.* 513. Alle diese Thiere regeneriren sich bei longitudinalen Durchschnitten nicht, wahrscheinlich weil die Stücke nun nicht mehr die qualitativ verschiedenen Glieder des Ganzen enthalten. Man findet die älteren Beobachtungen in den grösseren Werken. Treviranus *Biologie*. Burdach's *Physiologie* 1., und in einer kleinen Schrift von Eggers *von der Wiedererzeugung. Würzb.* 1821. zusammengestellt.

Die Mollusken, Insecten, Crustaceen, Spinnen regeneriren nur einzelne Theile nach, die ihnen abgeschnitten worden, und es ist gewiss, dass die Schnecken nur einen Theil des Kopfes und die Fühlhörner regeneriren, wenn das Gehirn, das auf dem Schlunde liegt, nicht verletzt wird. Diese Regeneration erfolgt nur bei gemässigter Temperatur, nicht in der Kälte. Schweigger *Naturgeschichte der skeletlosen ungegliederten Thiere.* Die Naïden theilen sich von selbst, wie O. Fr. Mueller, Gruithuisen, Dugès beobachtet haben. Gruithuisen *Nov. act. nat. cur. T.* 11. *tab.* 35. Die Hirudineen besitzen nach Moquin Tandon wenig oder kein Reproductionsvermögen.

Nach Heineken hört die Reproduction der Beine bei den Spinnen auf, sobald sie aufhören sich zu häuten oder ganz erwachsen sind. Die Larven der Insecten reproduciren ihre Fühler,

nicht die vollkommenen Insecten. FRORIEP's *Not.* 606. 607. Die Phasmen erzeugen verlorne Beine wieder in ihrem unvollkommenen Larvenzustande. *Nov. act. nat. cur. T.* 12. 563. Die Regeneration der Füsse bei den Krebsen ist bekannt. Von den Fischen kennt man nur die Reproduction der Flossen nach BROUSSONET. EGGERS *a. a. O.* 51.

Unter den beschuppten Amphibien kennt man die Reproduction des Schwanzes bei den Eidechsen, worin sich jedoch keine vollkommenen Wirbel, sondern nur eine knorpelige Säule bildet. Auch die Salamander erzeugen nach SPALLANZANI ihren Schwanz wieder. *Physic. mathem. Abh.* Wir haben hier ein Beispiel von Reproduction des hintersten Theils des Rückenmarks. Ueber die Reproduction der Salamander haben SPALLANZANI, BONNET, BLUMENBACH (*Spec. physiol. comp. inter animantia calidi et frigidi sanguinis*), STEINBUCH (*Analecten*), und RUDOLPHI Versuche angestellt.

Bei den Salamandern, jungen sowohl als alten, erzeugen sich die Beine wieder. RUDOLPHI hat beobachtet, dass in dem neuerzeugten Beine des Salamanders keine Grenze an dem reproducirten Nerven zu bemerken war. Bei den Salamandern erfolgt auch eine Reproduction der Unterkinnlade, und nach BLUMENBACH bei Tritonen selbst des Auges mit Hornhaut, Iris, Linse etc. innerhalb eines Jahres. Die Bedingung zu einer Reproduction ist aber, dass der Sehnerve und ein Theil der Augenhäute im Grunde des Auges unverletzt geblieben. Das Blastema, aus welchem sich hier nach und nach die einzelnen Theile eines verlornen Organs bilden, ist zuerst gallertartig durchsichtig; so erscheint es als ein gallertartiger Kegel an dem Stumpfe der verschnittenen Beine und der Kieme der Tritonlarve. Nach STEINBUCH bemerkt man schon am 2.—3. Tage am Stumpfe der Kieme dieses wasserhelle, anfangs gefässlose Blastema. Diess vergrössert sich zur Form eines Cylinders, aber schon nach einigen Tagen ist diese Materie organisirt und vom Blute durchflossen. Vergl. pag. 358. Bei eigenem Versuche wollte mir diess lange nicht so schnell gelingen. Nach einer Mittheilung von DIEFFENBACH lösst sich nach einer Verwundung der Haut, Muskeln und der Beinhaut bei Salamandern öfter das ganze Glied, Extremität oder Schwanz ab, welche nachwachsen.

Die Frage, welches Princip die Wiedererzeugung so zusammengesetzter Theile bei einem erwachsenen Thiere bedingt, ist schon oben berührt worden; ob jenes organisirende Princip, welches selbst die Nerven beherrscht, und bei der ersten Entstehung die Nerven erzeugt, oder die Nerven. Bei der letztern Ansicht ist es interessant, dass alle Nervenfasern, die sich in den Theilen des abgeschnittenen Gliedes von den Nervenstämmen aus verbreitet hatten, schon in den noch vorhandenen Nervenstämmen des Stumpfes vereinigt neben einander vorhanden sind, wie in der Physik der Nerven im 3. Buche bewiesen wird, und dass die Nervenstämme in der Regel nur die Summe aller in den Aesten und Zweigelchen der Nerven sich entwickelnden Primitivfasern sind. Die zweite Durchschneidung der Nerven an einem Stumpfe

beim Salamander soll die Reproduction des Stumpfes hindern. Todd *Quarterly J. of sciences Vol.* 16. *p.* 91. Treviranus *Erscheinungen und Gesetze* 2. 7. Wahrscheinlich wird indess selbst die Erzeugung der Nerven von einem höhern Princip aus bestimmt, da sich die Nerven gleich anderen Theilen bei der Metamorphose der Thiere umwandeln. Alle bisher betrachteten Reproductionsphänomene geschehen ohne Entzündungsprocess, sondern durch eine Bildung von Blastema und Organisation desselben, ähnlich wie bei der ersten Zeugung. Bei den niederen Thieren gehen die Phänomene der Entzündung höchstens jenen Reproductionserscheinungen vorher, als nächste Folgen der Verwundung. Bei den Fröschen beobachtet man wirklich in seltenen Fällen Eiterung, wie ich selbst gesehen. Bei Schlangen verschorften mir schnell die Wunden. Bei den höheren Thieren giebt es keine Reproduction zusammengesetzter Theile, wie der Extremitäten, des Auges, mehr, sondern nur Wiedererzeugung einzelner Gewebe.

### Wiedererzeugung der Gewebe.

Die Wiedererzeugung der Gewebe erscheint in 2facher Form, 1) als Regeneration der Gewebe ohne Entzündung; 2) als Regeneration mit begleitender Entzündung.

1) *Regeneration ohne Entzündung.*

a. Organisirte Gewebe, welche wiedererzeugt werden, nachdem sie ihre Organisation verloren haben.

Hierher gehört die Regeneration der Schale der Krebse, der Geweihe der Hirsche, der organisirten Keime der Federn und Stacheln, welche später ihre Organisation verlieren. Die Schale der Krebse wird jährlich erneut, wenn die Entwicklung der inneren Theile dem Umfange der Schale nicht mehr entspricht. Die Schale spaltet sich und wird im August abgeworfen, unter ihr hat sich schon eine neue gebildet, die anfangs weich, empfindlich ist, und selbst Gefässe enthält, aber durch Aufnahme von kohlensauren Kalktheilchen bald hart wird. Cuv. *vergl. Anat.* 1. 101. Zur Zeit des Schalenwechsels erzeugen sich an beiden Seiten des Magens, der auch sein Epithelium erneuern soll, kalkige Concretionen, Lapides cancrorum; sobald die neue Schale härter wird, verschwinden diese Concretionen wieder.

Das Geweihe des Hirsches und verwandter Thiere ist mehr der organisirten Matrix der Hörner der wiederkäuenden Thiere als den Hörnern selbst zu vergleichen. Die Basis des Geweihes sitzt auf dem Stirnbeinhöcker, ein knöcherner zackiger Wulst bezeichnet die Grenze dieses Höckers und des Geweihes. Nicht zur Begattungszeit (Herbst), sondern im Frühling werfen die Männchen das Geweihe ab, und entsteht das neue Geweihe. Die Trennung geschieht durch eine Art Erweichung der organisirten Knochensubstanz des Stirnbeinhöckers an der Grenze zwischen diesem und dem Geweihe. Der neue rauhe Stirnbeinfortsatz wird von der Haut bald wieder überzogen. Nun wächst das neue Geweihe aus dem Stirnbeinfortsatze hervor, von einer Fortsetzung der Haut und unter dieser von Beinhaut bedeckt, weich und

knorpelig von unzähligen Gefässen durchdrungen. Indem die Knorpelmasse verknöchert und hierbei durchaus die Entwicklung der Knochen des Fötus und Kindes wiederholt, verlieren das Periostium und die Haut des Geweihes ihre Organisation und lösen sich ab. Nach der Castration erzeugen die jungen Hirsche keine Geweihe und die älteren wechseln ihre Geweihe nicht mehr. CUVIER *vergl. Anat.* 1. 97. BERTHOLD *Beiträge zur Anatomie, Zoologie und Physiologie.*

Auf eine gleiche Art haben die organisirten Keime der Haare und Stacheln bei den Säugethieren und die Keime der Federn bei den Vögeln ihre Zustände der Abnahme und der Turgescenz, bei dem Hären und Mausern. Diess wird die Ursache zum Ausfallen und zur Wiedererzeugung der Haare und Federn. Die Wiedererzeugung der Haare und Federn ist jedoch insofern von der Wiedererzeugung der Geweihe verschieden, als nur die Matrix der Haare dem organisirten Geweihe gleicht, und das abgestorbene Mark der Federn dem verhärteten Geweihe gleicht, während die Hornsubstanz der Federn bloss durch die Matrix abgesondert wird, wovon an dem Geweihe als Aehnliches nur die Oberhaut des noch weichen Geweihes vorkömmt. Wir werden daher die Regeneration dieser Theile von der der Geweihe trennen.

b. Unorganisirte Gewebe, welche durch Regeneration ihrer Keime wiedererzeugt werden. Es gehört hierher die Wiedererzeugung der Horngewebebildungen, des Zahngewebes und des Gewebes der Crystalllinse.

1. Horngewebe.

Die Nägel erzeugen sich bekanntlich wieder, so lange ihre Matrix noch vorhanden ist; aber man hat selbst an den Mittelgliedern amputirter Finger eine anfangende Nagelbildung beobachtet. BLUMENBACH *instit. physiol. p.* 511.

Ueber das Hären der Säugethiere hat HEUSINGER Aufschluss gegeben (MECK. *Arch.* 558.). 5 Tage nach dem Ausrupfen eines Tasthaares des Hundes war ein mehr als 2 Millim. langes Haar entstanden. Bei dem Hären wird die Zwiebel des alten Haares blass und es bildet sich neben ihr ein schwarzes Kügelchen, welches sich in den neuen Haarcylinder verwandelt. Diess ist sehr interessant, dass die Matrix des neuen Haares gleichsam ein neuer Auswuchs des productiven Bodens des Balges, und nicht der alte Keim ist. Es soll ebenso bei den Stacheln seyn. Bei dem Mausern der Vögel wird die Oberhaut am Schnabel und anderen Stellen in Form von Platten oder von Kleie abgestossen. Beim Abfallen der alten Federn sind die Keime der neuen Federn schon vorhanden. Siehe das Nähere bei A. MECKEL, REIL's *Arch.* 12. EBLE *a. a. O.* 1. 83. BURDACH's *Physiologie* 3. 524.

Verschiedene Schriftsteller, DZONDI, DIEFFENBACH, WIESEMANN, nehmen nach ihren Beobachtungen an, dass ausgerissene und in Einstiche der Haut verpflanzte Haare wieder anwachsen. DZONDI *Beiträge zur Vervollkommnung der Heilkunde. Halle* 1816. DIEFFENBACH *de regeneratione et transplantatione. Herbip.* 1822. WIESE-

MANN *de coalitu partium a reliquo corpore prorsus disjunctarum. Lips.* 1824. Diess Anwachsen ausgerissener Haare nach der Transplantation und das Weiterwachsen derselben scheint mir noch nicht constatirt. Insofern die Zwiebel der Haare im Innern organisirt ist, lässt sich wohl ein Coalitus selbst mit anderen Theilen der Haut als dem Boden eines Haarbalges denken. Aber wie leicht kann hierbei Täuschung statt finden. Ich weiss nicht, ob der um die Technik der Wiedervereinigung getrennter Theile so verdiente Beobachter, mein sehr verehrter Freund DIEFFENBACH, auf diese Jugendversuche noch Werth legt.

2. Zahngewebe.

Die Zähne regeneriren sich für den Zweck des Zahnwechsels, da sie an der Krone nicht wachsen können und neue Zähne dem Umfange der vergrösserten Kiefer entsprechend entstehen müssen. Während das Hervorbrechen der neuen oder Wechselzähne gegen das 6.—7. Jahr eintritt, hatten sich die Kronen dieser Zähne schon sehr frühzeitig gebildet. Unter den Milchzähnen sind bekanntlich nur 8 Backenzähne, unter den bleibenden 20 Backenzähne. Die Milchbackenzähne sind 4spitzig. Von den bleibenden Backenzähnen sind die 2 vorderen jeder Kieferhälfte 2spitzig, die hinteren 4spitzig. Die Milchzähne beginnen ihre Entwicklung im dritten Monat des Embryolebens und fangen vom 6. Monat nach der Geburt an hervorzubrechen.

Die bleibenden Zähne haben ein eigenthümliches Ortsverhältniss zu den Milchzähnen. Die späteren 3 hintersten Backzähne liegen in einer Reihe mit den Milchzähnen und schliessen sich nach Aussen an die Milchbackzähne an, mit denen diese hinteren Backenzähne auch in der Form der Krone übereinkommen, während die 2 vorderen Backenzähne des Erwachsenen als bicuspidati den Milchbackenzähnen nicht entsprechen. Die vorderen bleibenden Backenzähne, die bleibenden Eck- und Schneidezähne liegen anfangs hinter den Milchbackzähnen, Eckzähnen, Schneidezähnen. Von den Säckchen der bleibenden Zähne entsteht nach J. FR. MECKEL das des dritten (oder des ersten grossen) Backzahns schon am Ende des 4. Monats der Schwangerschaft. *Handb. der Anat.* 4. 214. Die Säckchen der bleibenden Schneidezähne bilden sich nach MECKEL im Anfange des 8. Monats der Schwangerschaft, dann das Säckchen des Eckzahns, darauf das Säckchen des mittlern grossen Backzahns, die Säckchen der vorderen kleinen Backzähne erst einige Monate nach der Geburt, das Säckchen des hintersten grossen Backzahns erst im 4. Jahr. MECKEL *a. a. O. p.* 226. Nach BLAKE und MECKEL sind die Säckchen der bleibenden Zähne Auswüchse der Säckchen der Milchzähne. Indessen findet nach MECKEL nur zwischen den äusseren Blättern der Zahnsäcke jener Zusammenhang statt; der neue innere Zahnsack entwickelt sich vielmehr an dem alten, zwischen diesem und dem äussern Säckchen. MECKEL *a. a. O. p.* 227. Vergl. MECKEL *im Archiv für Physiol.* 3. 556. Unter den bleibenden Zähnen fängt der dritte Backzahn oder erste grosse Backzahn gegen Ende der Schwangerschaft an zu verknöchern. All-

mählig werden die Alveolen der neuen Zähne von den alten geschieden. Doch hangen beide Zahnhöhlen noch immer durch eine ansehnliche Oeffnung zusammen, wodurch der gemeinschaftliche Theil des äussern Zahnsäckchens tritt. Meckel *a. a. O.* p. 227. Der Zahnwechsel beginnt im 6.—7. Jahre. Zuerst erscheinen die vorderen grossen Backzähne; dann die Schneidezähne und Eckzähne; die mittleren grossen Backzähne erscheinen erst im 13.—14., die hintersten Backzähne vom 16.—20. Jahre. Vor dem Ausfallen verlieren die Milchzähne ihre Wurzeln.

Dass die Zähne eines Thieres ausgerissen und wieder eingesetzt, wieder fest wachsen, wird verschiedentlich behauptet. Ich bezweifle diess entschieden. Wäre es ein wahres Anwachsen, so müssten sich die zerrissenen Gefässe des Zahnkeims wieder mit den Gefässen des Bodens der Alveole vereinigen. Gerade dieser interessante Gegenstand ist nicht so constatirt wie er es seyn muss. Eine sehr sichere Art, zur Entscheidung dieser Frage, beizutragen wäre, Thiere mit frisch versetzten Zähnen mit Färberröthe zu füttern. Hat eine Verwachsung statt gefunden, so muss sich die innerste Schichte des Zahnes an der Zahnhöhle roth färben. Geborstene Zähne können sich natürlich nicht regeneriren, da sie nicht organisirt sind, sondern die Risse höchstens sich mit Kitt oder Weinstein aus den Speichelsalzen füllen. Bei den Schlangen währt die Bildung neuer Giftzähne beständig fort. Die neuen Zähne der Crocodile dringen in die conischen Höhlen der alten Zähne vor.

3. Crystalllinse.

Die Crystalllinse scheint sich in gewissen Fällen, nachdem sie aus der Capsel entfernt worden, durch ihre Matrix, die Capsel, wieder zu erzeugen. Leroy d'Etiole hat diess beobachtet. Magend. *J. de Physiol.* 1827. 30. Im ersten Falle waren 13 Tage, im zweiten Falle 33 Tage, im dritten Falle 39 Tage, im vierten Falle 31 Tage, im fünften Falle 46 Tage, im sechsten Falle 165 Tage nach der Extraction der Crystalllinse bei Kaninchen, Katzen und Hunden verflossen, als das Auge untersucht wurde. Der Inhalt der hergestellten Capsel war entweder eine grümmliche Masse wie im zweiten Falle, oder ein kleiner linsenförmiger Körper wie in den meisten übrigen Fällen, im 6. Falle war aber eine, ganz voluminöse Crystalllinse gebildet. Vergl. Mayer, Graefe und Walther's *Journ.* 17. 1. Vrolik *ebend.* 18. 4. W. Soemmerring *Beobachtungen über die organischen Veränderungen im Auge, nach Staaroperationen. Frankfurt* 1828.

2) *Regeneration mit begleitender Entzündung.*

Fast alle Fälle von Regeneration bleibend organisirter Theile bei dem Menschen gehören hierher, wenn man die Fälle ausnimmt, dass sich die Keime für Haar- und Zahnbildung nacherzeugen können, und dass diese Keime zuweilen selbst pathologisch z. B. im Eierstocke und anderen Theilen entstehen, so dass sich Haare, Zähne hier wie an anderen Orten erzeugen. Diese Erzeugung scheint nach denselben Gesetzen zu erfolgen. Die

Zähne haben auch ihren Schmelz, und entstehen in Säckchen. Meck. *im Arch.* 1. 519.

*a. Regeneration bei exsudativer Entzündung.*

Die Entzündung hat in einem verwundeten oder nicht verwundeten Theil, wenn er freie Oberflächen darbietet, eine Exsudation von coagulabler Flüssigkeit, Liquor sanguinis, zur Folge. Fehlen freie Oberflächen, so häuft sich die coagulable Materie in den Capillargefässen und in dem Gewebe an und verdichtet dasselbe. Die in Wunden und auf Oberflächen entzündeter Theile exsudirende Materie ist anfangs flüssig, sie erscheint auf entzündeten Häuten zuerst tropfenweise, anfangs durchscheinend wird sie allmählig weisslich und consistent. Es ist der im Blute aufgelöste Faserstoff. Zur Zeit, wo die exsudirte Materie noch weich ist, scheint sie durch ein dem coagulablen Faserstoffe einwohnendes Lebensprincip zur Organisation zu streben, die durch Affinität und Wechselwirkung derselben mit den entzündeten Oberflächen auch erfolgt. Vergl. pag. 358. Es entstehen neue Gefässe in der exsudirten Materie, indem sie anfangs wahrscheinlich wieder Liquor sanguinis in die entstehenden Rinnen, hernach auch rothe Körperchen aufnimmt, ohne dass an eine Verlängerung von Gefässenden, die ja nicht existiren, gedacht werden kann. So muss man sich auch die Entstehung der neuen Gefässe in den Wunden und dem die Wundränder verklebenden Liquor sanguinis vorstellen. Eine Verlängerung der durchschnittenen Gefässe kann man hier nicht wohl annehmen. Alle durchschnittenen Gefässe schliessen sich ohnehin durch Gerinnsel, Trombus. Die durch Exsudation entstandenen Pseudomembranen organisiren sich nicht immer, in den Schleimmembranen erfolgt diess in der Regel nicht, wie im Croup, in den serösen Membranen erfolgt es in der Regel. Dass die Exsudate in sehr vielen Fällen organisirt werden, daran ist nicht zu zweifeln, wenn man einmal die schönen Injectionen dieser neuen Gefässe in Schröder van der Kolk's Sammlung zu Utrecht gesehen hat, wo Arterien und Venen von Pseudomembranen verschiedener Theile vom Darme und von der Leber, von Pseudomembranen zwischen Pleura costalis und pulmonalis verschieden gefärbt injicirt sind. In diesen Pseudomembranen entstehen auch neue Lymphgefässe, wie ich an mehreren Präparaten von Schröder gesehen habe, wo neben Arterien und Venen die Lymphgefässe mit Quecksilber gefüllt waren. In Hepatitide vero chronica hepate pseudomembranis diaphragmati accreto mihi contigit, mercurium in vasa lymphatica impulsum in ipsas pseudomembranas propellere, ita ut vasa lymphatica nova in conspectum venirent; in his valvulae vel noduli iam conspici poterant licet minores quam in aliis vasis lymphaticis; cum arteriis et venis cursum magis rectum servabant, aliquando tamen paulatim convolutum, aliquando quaedam vasa lymphatica ad pseudomembranae originem sursum tollebantur, sed postquam in pseudomembranam transire inceperant, arcu facto ad hepatis superficiem redibant, in illo arcu plura vasa lymphatica ex hepate terminabantur; an arcus talis prima vasorum lymphaticorum novorum origo? Schröder *observ. anat. path.* 43.

Die Arterien ziehen sich nach der Durchschneidung in ihre zellige Scheide und verengern sich. Diess geschieht theils durch die Elasticität derselben, theils durch ihre Contractilität. Dass letztere den kleinen Arterien wirklich zukommt, hat Schwann jüngst durch Versuche an dem Mesenterium des Frosches und der Feuerkröte nachgewiesen. Nachdem das Mesenterium derselben unter dem Microscope ausgebreitet war, brachte er einige Tropfen Wasser auf dasselbe von einer Temperatur, die einige Grade niedriger war als die Temperatur der Luft. Bald darauf begann die Verengung, und die Gefässe verengerten sich binnen 10—15 Minuten allmählig so, dass der Durchmesser des Lumens einer Arterie der Feuerkröte, der Anfangs 0,0724 engl. Lin. betrug, auf 0,0276 reducirt, also um das 2—3fache verkleinert, das Lumen der Arterie selbst also um das 4—9fache verengt würde. Die Arterie erweiterte sich darauf wieder und hatte nach einer halben Stunde ihre frühere Ausdehnung ziemlich wieder erlangt. Wurde nun von Neuem kaltes Wasser darauf gebracht, so verengerte sie sich wieder, und so liess sich der Versuch an derselben Arterie mehrmals wiederholen. Die Venen aber verengerten sich nicht. Durch diese Verengung und durch die Gerinnung des Blutes wird die Blutung aus den kleinen Arterien gestillt. Arterien und Venen gerathen nach der Durchschneidung in exsudative Entzündung; ihre Höhle wird eine geraume Strecke über der Verletzung von Exsudat verschlossen, was von dem anfänglichen Trombus zu unterscheiden ist. Stilling *die Bildung des Blutpfropfes in verletzten Blutgefässen. Eisenach* 1834.

Merkwürdig ist die neue Gefässbildung zwischen den Stümpfen einer unterbundenen und durchschnittenen Arterie. Maunoir, Parry, Mayer haben solche Beobachtungen gemacht, welche sehr übereinstimmend sind. Besonders ist seit Ebel's wiederholten, mit guten Abbildungen begleiteten Beobachtungen an der Thatsache nicht zu zweifeln. Ebel *de natura medicatrice, sicubi arteriae vulneratae et ligatae fuerint. Giessen* 1826. Die neue Verbindung geschieht durch mehrere zuweilen gewundene Gefässe von einem zum andern Stumpfe, wie z. B. zwischen beiden Stümpfen der Carotis communis. Bei der Erklärung dieser Erscheinung hat man übersehen, dass bei den Thieren auch die Carotis communis mehrere ganz kleine Zweigelchen in die Halsmuskeln abgiebt, daher auch diese sogenannten neuen Gefässe wahrscheinlich nur Umbildungen von anliegenden Capillargefässnetzen sind.

Was die Aneinanderheilung getrennter Theile betrifft, so heilt alles zusammen, was organisirt ist und im exsudativen Stadium der Entzündung sich berührt; getrennte Nervenstücke können unter sich, aber auch mit Muskelsubstanz, Beinhaut, Aponeurosen zusammenheilen. Ja selbst ganz abgeschnittene Theile heilen an, wenn sie frisch in innige Berührung mit homogenen oder heterogenen frischen Wundflächen gebracht werden, deren Entzündung aber auch über das Stadium exsudativum nicht hinaus seyn darf. Die Wiederanheilung vollkommen getrennter organi-

sirter Theile ist zwar äusserst selten, aber doch nicht zu bezweifeln. Es gehört z. B. hierher der merkwürdige Buenger'sche Fall von Anheilung einer aus einem ganz getrennten Hautstücke des Schenkels künstlich gebildeten Nase. Froriep's *Not.* 4. 255. Nicht alle Fälle dieser Art ertragen indess eine scharfe Kritik. Hunter wollte den Zahn eines Hundes in den Kamm eines Hahnen verpflanzt haben, wo er fest wurde. Diess wird wohl schwerlich Anheilung gewesen seyn. Er verpflanzte eine Drüse vom Unterleib eines Hahnen auf eine Henne (he next transplanted a gland taken from the abdomen of the cock to a similar situation of a hen). Er verpflanzte den Sporn eines Hahnen. Diese sollen gewachsen seyn. Abernethy hat diese und andere Fälle beschrieben. Abernethy *physiol. lect.* 253. Aehnliche Versuche hatte Baronio angestellt. Vergl. oben von den Zähnen und Haaren. Nach Merrem und v. Walther, meinem grossen Lehrer, heilt sogar das austrepanirte Knochenstück wieder ein.

Die Anheilung von Hauttheilen, die noch mit dem Stamme zusammenhängen, mit anderen Theilen desselben Körpers geschieht bekanntlich leicht. Ein Process, worauf die Bildung der Nase aus der Stirnhaut und viele andere Fortschritte der Chirurgie beruhen, um welche sich Dieffenbach grosse Verdienste erworben hat. Das einmal angeheilte Hautstück kann hernach an der Brücke, durch die es während der Anheilung mit dem Stamme verbunden seyn musste, durchschnitten werden. Die Verwachsung zweier in Entzündung gesetzten Theile, deren sich die Chirurgie mit so grossem Vortheile zur Aufhebung der Discontinuitäten und Aufhebung gewisser Absonderungen bedient, ist eine ganz allgemeine Erscheinung bei organisirten Theilen. Der Fötus kann hierdurch an Theilen seines Körpers mit den Eihüllen verwachsen, aber selbst verschiedene Individuen können auf diese Art mit einander verwachsen. Bei der Verwachsung der Embryonen zeigt sich hier ein äusserst merkwürdiges Gesetz, dass mit seltenen Ausnahmen immer die gleichartigen Theile beider Embryonen nicht bloss verwachsen, sondern ganz zusammenstossen; ja es entfernen sich sogar die symmetrischen Theile des einen Embryo an der Verwachsungsstelle von einander und verwachsen mit den entsprechenden Theilen des andern Embryo's; wodurch die Janus-Missgeburten entstehen. Dieser Process ist ohne eine gewisse Affinität gleicher Theile nicht denkbar. Diese Verwachsungen mit Verschmelzung müssen ganz ausserordentlich früh eintreten. Denn später findet sich beim Verwachsen nur Verbindung.

Rathke hat einen Fall beobachtet, dass ein Embryo mit dem Kopfe eines andern durch seine Nabelschnur verbunden war. Meck. *Arch.* 1830. 4.

Was die Regeneration der verschiedenen Gewebe betrifft, so verwachsen zwar die getrennten Theile eines Gewebes bei der Berührung im Stadium exsudativum der Entzündung in der Regel, aber die neuerzeugte Substanz, welche die organisirten Theile verbindet, und welche anfangs Faserstoff ist, hat bei den der

Empfindung und Muskelbewegung bestimmten Theilen nicht vollkommen die Eigenschaften, welche diese Gewebe sonst darbieten. Bei den meisten anderen Geweben ist die Regeneration vollständig, auch in Hinsicht der organischen Qualitäten, besonders bei denjenigen Geweben, welche weniger durch ihre Lebenseigenschaften als durch die vermöge des Lebens erhaltenen physicalischen Eigenschaften wichtig werden, wie die Knochen. Die Gewebe der letztern Art regeneriren aber nicht alle gleich leicht. Die Sehnen, Bänder, Knorpel regeneriren überhaupt ungemein schwer, die Knochen dagegen sehr leicht.

Die Thatsachen über die Heilung verletzter Knorpel hat E. H. Weber in seinem trefflichen Werk *Anat.* 1. 306. zusammengestellt. Nach Brodie heilen verletzte Gelenkknorpel höchstens doch nur so, dass die zerstörten Theile nicht wieder ersetzt werden. Nach Beclard entsteht zwischen den Bruchflächen der Rippenknorpel eine aus Zellgewebe gebildete Platte; während die Knorpelstücke auch noch durch einen knöchernen Ring verbunden werden. Als Dörner aus dem Schildknorpel einer Katze ein kleines 4eckiges Stück herausgeschnitten hatte, war das Loch in 28 Tagen nur durch eine feste Haut angefüllt. Knorpel, welche durch einen Schnitt getrennt werden, wachsen nach Dörner nicht unmittelbar, sondern durch Vereinigung des Perichondriums zusammen.

Ueber die Regeneration des fibrösen Gewebes haben Arnemann, Murray, Moore, Köhler Versuche angestellt, welche in Weber's Werke citirt sind. Bei der Heilung der Sehnen soll die neue Substanz mehr knorpelig als faserig und glänzend seyn. Nach Arnemann soll sich die Dura mater nie wieder erzeugen (?).

Ausgezeichnet ist die Regeneration der Knochen. Die mehr schwammigen Knochen, wie Schädel, Becken und Epiphysen der Röhrenknochen, heilen schwieriger als die Röhrenknochen und dichteren Knochen. Manche Brüche heilen oft nur durch eine faserige biegsame Bandmasse, wie die zerbrochene Kniescheibe. Der Bruch des Oberschenkelbeinhalses innerhalb des Capselbandes heilt in der Regel nicht durch Callus, sondern durch eine ligamentöse Masse. Otto *path. Anat. pag.* 225. Das austrepanirte Stück des Schädels wird selten, selbst nach langer Zeit nicht, durch einen vollständigen Ersatz von neuerzeugter Knochenmaterie regenerirt. Doch kömmt zuweilen eine vollständige Ausfüllung durch neue Knochensubstanz vor, was Scarpa sah.

Der Process der Heilung gebrochener Knochen beruht auf exsudativer Entzündung und Umwandlung des Exsudates in Knochenmaterie, die anfangs die Knochenstücke ziemlich unförmlich verbindet und später allmählig umgewandelt wird. Die Exsudation erfolgt von allen Theilen, welche bei dem Knochenbruche verletzt worden waren, vom Knochen sowohl als von der Beinhaut, von dieser sowohl als von dem umherliegenden Zellgewebe und anderen verletzten in Entzündung gerathenden Theilen. Dieses erste Exsudat ist wie überall in der Entzündung der aufgelöste Faserstoff des Blutes; das Exsudat erreicht bald die Consi-

stenz der Gallerte, welche sich organisirt, während die Entzündung fortdauert, die Beinhaut aufschwillt, die Knochenenden sich erweichen. Von dem ursprünglichen Exsudat muss man wohl den eigenthümlichen Callus unterscheiden; das erste Exsudat ist das gleichförmige Entzündungsprodukt aller verletzten Theile. Der Callus ist die Grundlage der neuen Knochensubstanz, dieser entsteht durch Umwandlung der den Knochenenden nahe liegenden Theile des Exsudates in Knorpel, zuletzt in Knochen. Liegen beide Stücke so, dass sie hierbei verwachsen können, so verwachsen die Callus beider Knochen, sind sie aber zu sehr von einander entfernt, und unvortheilhaft gelagert, so assimilirt zwar jedes Knochenstück das ursprüngliche Exsudat, und bildet Callus, aber die Callus beider Stücke verbinden sich nicht. Der Knorpel durchläuft die natürlichen Bildungsstufen des Knochens, er ossificirt durch Absetzung von phosphorsaurer Kalkerde, und es entsteht zuletzt das zellige Gefüge der Knochen. Das ursprüngliche Exsudat enthält nach Howship schon am 5. Tage ein dichtes rothes Netz von Gefässen, nach Richerand ist der Knochen am 12.—15. Tage in vollkommener Entzündung und Ergiessung. Der provisorische Callus umgiebt nicht allein die Knochenstücke zum Theil, sondern füllt auch die Markhöhle an der Bruchstelle aus. Diese Verschliessung der Markhöhle wird indess allmählig nach M. J. Weber auf blosse Scheidewände reducirt, und der Callus nimmt mehr und mehr die Form des Knochens an, definitiver Callus. Selbst nach der vollständigen Ossification dauert die Formveränderung in diesen Theilen fort, und nach Monaten findet man sowohl äusserlich die die früheren Bruchstücke verbindende Knochenmasse wenig uneben, als auch die Markhöhle wieder hergestellt.

Nach Villermé (*Dict. des sc. méd. art. ossification*) befindet sich der Callus im knorpeligen Zustande vom 16.—25. Tage; die Ossification findet am 20. Tage bis zum 3. Monate statt.

Die Litteratur über diesen Process ist ausserordentlich gross, und kann hier nicht ganz angeführt werden; man findet sowohl diese als eine vollständige Exposition der Ansichten über die Bildung des Callus im *Dict. des sc. méd.* und in A. L. Richter *Handb. d. Lehre von d. Brüchen und Verrenkungen der Knochen. Berlin* 1828. *p.* 89—117. Die vorzüglichsten Schriften über diesen Gegenstand sind Haller *element. physiol.* 8. 345. Detlef in Halleri *op. min.* 2. 463. Troja *de novorum ossium regeneratione exp. Paris* 1775. Köhler *exp. circa regenerat. ossium. Gött.* 1786. Van Heekeren *de osteogenesi praeternaturali. Lugd. Bat.* 1798. Macdonald *de necrosi et callo. Edinb.* 1799. Dupuytren *Dict. des sc. méd.* 38. 434. Howship *Beob. über den gesunden und kranken Bau der Knochen.* Kortum *exp. circa regenerat. ossium. Berol.* 1824. Meding *diss. de regeneratione ossium. Lips.* 1823. M. J. Weber *Nov. act. acad. nat. cur.* 12. 2. Breschet *Recherches experiment. sur la formation du cal. Paris* 1819.

Der Hauptpunkt der Controverse war vorzüglich die Frage, welchen Antheil die Beinhaut an der Callusbildung habe. Du-

hamel, Schwenke, Bordenave, Blumenbach, Köhler, Dupuytren und Boyer schrieben ihr einen wesentlichen Antheil zu. Schon Detlef zeigte, dass die Beinhaut zu der Bildung des Callus nichts beitrage, und sich erst später bilde. Haller, Sömmerring, Scarpa, Richerand und Cruveilhier liessen den Callus durch Exsudation von den Knochenenden selbst entstehen. Von der unphysiologischen Vorstellung Duhamel's, dass die Beinhaut das Bildungsorgan des Knochens sey, ist schon früher die Rede gewesen. So wenig sie zuerst den Knochen bildet, so wenig wird sie allein das Bildungsorgan des Callus seyn können. Nur an der ursprünglichen Exsudation nach dem Knochenbruche hat die Beinhaut, wie alle anderen verletzten Theile, der Knochen und die umherliegenden entzündeten Theile Antheil. Die Ossification erfolgt nach Miescher's Untersuchungen immer zuerst von den Knochenstücken selbst aus und zwar nicht von den Enden, sondern in einiger Entfernung davon, so dass um die Bruchenden gleichsam eine ossificirte Capsel entsteht, indem die gegeneinanderwachsenden Ossificationen beider Knochen verwachsen.

Die Entstehung der ersten Ossificationen im Callus dicht am Knochen und das weitere Fortschreiten zeigen, dass die Gegenwart des Knochens hier zur neuen Knochenbildung nothwendig ist.

Die serösen Häute sind von allen Theilen am meisten zur Exsudation von Liquor sanguinis geneigt, vielleicht weil sie am wenigsten eigenes assimilirendes Gewebe besitzen. Die Verwachsung ist daher bei ihnen am häufigsten. Ob sich bei veralteten Luxationen in den neu entstandenen Gelenken neue Synovialhäute bilden, ist noch nicht ganz gewiss, obgleich es Meckel vielleicht zu bestimmt annimmt. Die Synovia eines neuen Gelenkes kann allerdings von dem Reste der Synovialhaut herrühren, der dem Knochen noch anhängt.

Die Narbe der im Stadium der exsudativen Entzündung geheilten Hautwunden ist dichter als die Haut selbst, empfindlich, anfangs röther, später weisser; sie hat eine feinere Epidermis. Grössere Narben entstehen von Heilung mit eiternder Entzündung bei Substanzverlust der Haut. In diesem Falle ist die Hautnarbe haarlos, und bei den Negern mehrentheils anfangs farblos, worauf aber doch häufig in der Folge die schwarze Hautfarbe sich wieder erzeugt.

Die Schleimhäute heilen schwer zusammen, worauf zum Theil die Schwierigkeiten bei der Ausführung der Gaumennath und Darmnath beruhen. Nach der Durchschneidung der Ausführungsgänge der Drüsen, entsteht, wenn die getrennten Stücke in Berührung bleiben, zuweilen eine Regeneration des Ganges, so dass keine Verschliessung erfolgt. Diess hat zuerst Mueller *de vulneribus duct. excret. Tüb.* 1819. in 3 Fällen am Ductus Whartonianus der Submaxillardrüse, und einmal am Ductus pancreaticus, in 2 Fällen am Ductus deferens des Hundes und der Katze beobachtet. Brodie, Tiedemann, Gmelin, Levret und Lassaigne haben nach Unterbindung des Ductus choledochus in einigen Fäl-

len eine Wiederherstellung des Ganges gesehen. Die Gelbsucht verschwand in Tiedemann's Versuchen in einigen Fällen wieder nach 10—15 Tagen. Die Ligatur hatte hier entweder durchgeschnitten, und war abgefallen, ehe die Durchschnittsflächen verheilten, oder die coagulable Materie wurde um die Ligatur ergossen, und letztere hatte sich vielleicht im Innern des äusserlich hergestellten Ganges abgestossen, und ist durch den Canal selbst ausgetreten. In 13—26 Tagen war der Gang wieder hergestellt gefunden worden. Tiedemann und Gmelin *die Verdauung nach Versuchen.* 2.

Die Drüsen vernarben zwar, aber die Narbensubstanz erhält nicht die Eigenschaften der Drüsensubstanz. Eben so verhält es sich mit den Muskeln. Die Narbensubstanz der Muskeln ist nach P. Fr. Meckel, Richerand, Parry, Huhn, Murray und Autenrieth dem verdichteten Zellgewebe ähnlich, und zeigt keine Contractilität gegen galvanischen Reiz. Kleemann *diss. circa reprod. partium. Hal.* 1786. Huhn *de regen. partium mollium. Gott.* 1787. Murray *de redintegratione partium etc. Gott.* 1787. Autenrieth et Schnell *diss. de nat. unionis musculorum vulneratorum. Tüb.* 1801. Die Wunden des schwangern Uterus vernarben sehr leicht, die Wunde wird durch die Zusammenziehung des Uterus schnell überaus klein. Es scheint, dass vorzugsweise die äussere seröse Haut des Uterus vernarbe. Vergl. Mayer, Graefe und Walther's *Journ.* 11. 4. Eine neue Erzeugung von wahrer Muskelsubstanz, wie sie in Wolff *tract. de formatione fibrarum muscularium in pericardio atque in pleura. Heidelb.* 1832. beschrieben wird, ist gewiss nicht annehmbar. Diese merkwürdigen faserigen Schichten auf Pleura und Herzbeutel, die ich im Museum zu Heidelberg gesehen habe, sehen unregelmässigen Muskelfasern wohl ähnlich, können aber doch wohl nur Faserstoffexsudate seyn. Wir kennen keinen Beweis für die Existenz von Muskelsubstanz, als ihre Zusammenziehung. Vergl. Wutzer in Mueller's *Archiv* 1834. *p.* 451.

Ueber die Regeneration der Nerven haben Arnemann, Haighton, Prevost, Meyer, Fontana, Michaelis, Swan, Breschet, Tiedemann Untersuchungen angestellt; gleichwohl ist dieser Gegenstand noch ziemlich im Unklaren, indem mehrere Beobachter die Frage, ob die getrennten Stücke zusammenheilen, mit der Frage verwechselten, ob die Narbenmasse die Eigenschaften des Nervengewebes hat, was sowohl in anatomischer als physiologischer Hinsicht eine Prüfung von ganz ausserordentlicher Schwierigkeit ist. Bekanntlich ziehen sich die Nervenstücke nach der Durchschneidung durch die Elasticität ihrer Scheide etwas zurück. Dass aber die Nervenstücke, wenn sie nahe an einander liegen, sich wieder vereinigen, daran ist freilich nicht zu zweifeln. Soll nun die Nervensubstanz die Eigenschaften der Nerven haben, so muss sie Primitivfasern enthalten. Arnemann (*Versuche über die Regeneration. Gött.* 1797.) fand, dass die Narbensubstanz von der eigenthümlichen Substanz der Nerven verschieden sey, und eine harte Anschwellung bilde. Dagegen Fontana (*Versuche über das Vi-*

*perngift*) die Aehnlichkeit der Substanz nach Versuchen am N. vagus der Kaninchen annimmt. Allein 29 Tage nach der Durchschneidung konnten sich unmöglich die Primitivfasern in jener Narbe erzeugen, die man nach meinen Beobachtungen selbst nach 7 Wochen noch nicht deutlich darin findet, indem die Narbenmasse dann noch wie dichtes Zellgewebe ist. Prevost (Froriep's *Not.* 360.), der den N. vagus an Katzen durchschnitt und wieder heilen liess, fand nach 4 Monaten eine Fortsetzung der Nervenfäden durch die Narbe. Sehr unwahrscheinlich ist Michaelis Angabe (*über die Regen. der Nerven. Cassel* 1785.), dass nach Ausschneidung von 9—12 Lin. langen Nervenstücken nach mehreren Wochen eine Vereinigung durch Nervenfäden statt fand. Meyer (Reil's *Arch.* 2. 449.) und Tiedemann prüften die neu erzeugten Substanzen durch Salpetersäure, welche die Hüllen der Nerven auflöst, aber die Nervensubstanz zurücklässt. Diess Prüfungsmittel ist aber wohl trüglich. Die Primitivfasern der Nerven untersucht man wohl am besten mit dem einfachen Mikroskop bei Betrachtung von oben, indem der Nerve auf einem schwarzen Täfelchen liegt, in seine Nervencylinder zertheilt wird, diese festgespannt und wieder unter dem Mikroskop mit Nadeln in die nun leicht sichtbaren Primitivfasern auseinander gezerrt werden. Nach keinerlei Art chemischer Behandlung kann man, so viel mich meine Beobachtungen lehren, die feinsten Primitivfasern der Nerven studiren, der Nerve muss ganz frisch mikroskopisch untersucht werden. Als ich auf diese sichere und in der That nicht sehr schwierige Art die Narbe des vor 7 Wochen zerschnittenen und wieder verheilten N. ischiadicus eines Kaninchens untersuchte, so konnte ich mich nicht hinreichend von der Existenz der parallelen Primitivfasern in der noch harten Narbenmasse überzeugen, die aus dichtem Zellstoffe zu bestehen schien; ich werde das Detail der Versuche später angeben.

Von grossem Gewichte sind nun physiologische Versuche über die Wiederherstellung der Empfindung und Bewegung in den Theilen, deren Nerven vorher durchschnitten worden. Man kann aber auch wieder von den meisten der bisher angestellten Versuche dieser Art behaupten, dass sie nicht mit hinreichender Kritik angestellt sind.

Eine Wiederherstellung der Empfindung fand der Gegner der Reproduction, Arnemann, in einem seiner Versuche an einem vorher durchschnittenen Hautnerven des Vorderfusses eines Hundes, ferner Descot (*über die örtl. Krankh. der Nerven. Leipz.* 1826.) bei einem Manne, der sich den N. ulnaris verletzt hatte, und bei dem anfangs im 4. und 5. Finger das Gefühl ganz mangelte, während die ersten Tage nach der Verletzung das Gefühl undeutlich war und sich nach und nach wiederherstellte. Descot's Fall beweist nichts, da der Nerve wohl nicht ganz durchschnitten war. Bei einem jungen Manne sah ich Prof. Wutzer ein Neuroma des N. ulnaris am Oberarme exstirpiren, wo dieser Nerve ober und unter der Geschwulst durchschnitten und mit der Geschwulst ein

2½ Zoll langes Stück des Nerven ausgeschnitten wurde. Hier konnte sich unmöglich die Nervensubstanz reproduciren, dennoch stellte sich nach 3—4 Wochen die Empfindung in der Ulnarseite des 4. Fingers (nicht im 5. Finger) allmählig wieder ein, offenbar weil der Ramus volaris ulnaris digiti 4. mit einem Aestchen des N. medianus verbunden ist. Nach 8 Monaten fand ich den 4. Finger auf beiden Seiten vollkommen empfindlich. Eine allmählige, aber unvollkommene Wiederkehr der Empfindung nach Durchschneidung eines N. dorsalis pollicis hat Gruithuisen an sich selbst beobachtet. In einem Falle, den Earle (*med. chir. Trans.* 7.) erzählt, wo ein Theil des N. ulnaris ausgeschnitten wurde, konnte der kleine Finger 5 Jahre nachher noch nicht gebraucht werden und hatte nur unvollkommene Empfindungen. In der grossen Anzahl von Arnemann's Versuchen war das untere Stück eines durchschnittenen Nerven 100—160 Tage nachher ganz unempfindlich. Unter die merkwürdigsten Versuche über die Reproduction der Nerven gehören die von Haigthon, Prevost und Tiedemann. Haigthon (Reil's *Arch.* 2. 80.) durchschnitt bei einem Hunde den N. vagus am Halse auf der einen Seite; als er 3 Tage nachher den andern Nerven durchschnitt, starb das Thier, wie immer, wenn beide Nerven zugleich durchschnitten sind. Er durchschnitt bei einem Hunde zuerst den einen, 9 Tage darauf den andern Vagus. Der Hund lebte 13 Tage. An einem andern Hunde wurde der Vagus der einen Seite 6 Wochen nach dem Vagus der andern Seite durchschnitten. Der Hund war zwar darauf 6 Monate ungesund, aber er blieb am Leben. Die Stimme war nach 6 Monaten wiedergekehrt und die Töne waren höher geworden. An dem Hunde, dem Haigthon 19 Monate vorher beide N. vagi durchschnitten, durchschnitt er nun wieder beide Vagi nach einander; das Thier starb am 2. Tage. Richerand hat die Versuche von Haigthon ohne Erfolg wiederholt. Auch Breschet und Delpech leugnen die Regeneration der Nervensubstanz. Lund *Vivisectionen* 218. Dagegen hat Prevost Haigthon's Versuche bestätigt, Froriep's *Not.* 360. Als 2 neugebornen Katzen der eine N. vagus 1 und 2 Monate nach der Durchschneidung des andern durchschnitten wurde, starben die Thiere (im ersten Falle in 15, im zweiten Falle in 36 Stunden). Dagegen lebten 2 junge Katzen fort, als er den zweiten Vagus 4 Monate nach dem ersten durchschnitt, sie lebten noch 14 Tage nachher; allein als nun der zuerst operirte und wieder verheilte Nerve nochmals durchschnitten wurde, starben sie in 30 Stunden.

Die Beweiskraft einer andern Reihe von Versuchen beruht auf der Wiederherstellung der Bewegung in Gliedern, deren Nerven vorher durchschnitten worden. Die meisten Versuche dieser Art beweisen gar nichts, wenn man nicht, wie in Tiedemann's Fall, alle Nerven eines Gliedes durchschneidet. Swan hatte viele Versuche über den Erfolg der Durchschneidung des Nervus ischiadicus bei Kaninchen angestellt, aus denen sich jedoch kein entscheidendes Resultat ergiebt. J. Swan *über die Behandlung der Localkrankheiten der Nerven, übers.* v. Francke. *Leipzig* 1824.

Die Thiere lernen nach der Durchschneidung des Nervus ischiadicus bald wieder gehen, aber erlangen den vollkommnen Gebrauch des Fusses niemals wieder. Dass diese Thiere selbst einige Tage nach der Durchschneidung des Nervus ischiadicus am Oberschenkel den Fuss wieder gebrauchen, darf uns nicht wundern. Denn da die Aeste der Oberschenkelmuskeln ganz hoch oben aus dem Plexus ischiadicus und dem N. ischiadicus abgehen, so werden sie in der Regel durch die Verletzung des Nervus ischiadieus am Oberschenkel gar nicht betheiligt. Dazu kommt, dass die Oberschenkelmuskeln auch von dem N. cruralis und obturatorius versehen werden. Die Durchschneidung des N. ischiadicus in der Mitte des Oberschenkels und selbst höher lähmt nur den Nervus peronaeus und tibialis, also die Muskeln des Unterschenkels und Fusses. Ohne dass die Thiere vollkommen auftreten können, werden dieselben nach jener Operation doch das Bein beim Gehen durch die vollkommene Wirkung der Oberschenkelmuskeln gebrauchen.

Ich habe einige Versuche über die Regeneration der Nervensubstanz nach einem veränderten Plane angestellt, dessen Anwendung in der Folge gewiss sichere Resultate verspricht; aber leider sind die Versuche, die ich anstellte, nicht ganz entscheidend. Ich erzähle sie, damit sie neue Versuche dieser Art veranlassen. 1) Ich hatte bei einem Kaninchen den N. ischiadicus am 13. Januar 1832 in der Mitte des Oberschenkels durehschnitten. Das Thier erhielt nach 2 Monaten den Gebrauch seines Fusses nicht, es hinkte und die Ferse war aufgetreten. Am 7. April wurde das Thier wieder vorgenommen. Der N. ischiadicus wurde an dem lebenden Thiere blossgelegt. Der Nerve war schön geheilt und zeigte eine lange Anschwellung. Der Nerve über der Narbe mit der Nadel gezerrt, bewirkte keine Zuckungen in den Muskeln des Unterschenkels und Fusses, die Zerrung des obern Theils der Narbe eben so wenig. Dagegen bewirkte Zerrung des mittlern Theiles und untern Theiles der Narbe, so wie des Nerven unter der Narbe jedesmal eine Zuckung in den Muskeln des Unterschenkels, namentlich in den Musc. peronaeis, welche blossgelegt waren. Die Haut des Fusses war unempfindlich von der Ferse bis zu den Zehen, am Unterschenkel war sie empfindlich, offenbar, weil die Nervi cutanei des Unterschenkels von dem durchschnittenen Theil des Nervus ischiadicus zum Theil unabhängig sind. 2) Bei einem Kaninchen, bei dem ich den Nervus iehiadicus über der Mitte des Obersehenkels durchschnitten hatte, legte ich naeh 1 Monat 20 Tagen darauf, als das Thier noch ebenso mit dem Fusse hinkte, wie anfangs nach der Operation, (bei dem lebenden Thiere) den Nerven wieder bloss. Die mechanische Reizung des Nerven mit einer Nadel erregte keine Zuckungen in den entblössten Muskeln des Unterschenkels, während sie unter der Narbe auf den Nerven angewandt Zuckungen, besonders in den blossgelegten Musc. peronaei, bewirkte. Der galvanische Reiz eines einfachen Plattenpaars auf den Nerven über der Narbe angewandt, wobei beide Platten über

der Narbe applicirt wurden, erregte keine Zuckungen in den von dem Nervenstücke unter der Narbe abhängigen Muskeln. Der Assistent, Herr Schwann, liess nun die Pole einer aus 100 Plattenpaaren bestehenden Säule von ausserordentlicher Kraft auf den Nerven über der Narbe, dem hier eine Glasplatte untergeschoben war, wirken. Hier entstanden freilich starke Zuckungen in allen Muskeln des Unterschenkels. Allein es zeigte sich, dass der so sehr kräftige galvanische Strom durch den Nerven als blossen nassen thierischen Leiter fortgeleitet wurde. Ein so starker Strom ist, wie wir zu spät ersahen, zu keiner Art physiologischer Versuche brauchbar, weil er nicht wohl zu isoliren ist, und, wie wir hernach sahen, auch schon durch einen ganz zermalmten Nerven und 2 ganz getrennte Nervenstücke, die durch eine feuchte Oberfläche des Körpers, worauf sie liegen, verbunden sind, überspringt. 3) Am 10. Juli 1832 wurde einem Kaninchen der Nervus ischiadicus über der Mitte des Oberschenkels durchschnitten. Nach 6 Monaten, als das Thier immer noch beim Gehen den Fuss etwas schleppte, wurde bei diesem lebenden Thiere der Nervus ischiadicus wieder blossgelegt. Der einfache galvanische Reiz und der in diesem Falle sehr schwache Reiz einer galvanischen Säule von 30 Plattenpaaren bewirkte keine Zuckungen in den Muskeln des Unterschenkels, als beide Pole oberhalb der länglichen Narbe applicirt wurden. Wir erstaunten aber sehr, als wir unterhalb der Narbe den galvanischen Reiz auf den Nerven, oder auf den Nervus peronaeus applicirten, und nun auch nur äusserst geringe Spuren von Zuckungen in den Unterschenkelmuskeln und namentlich den blossgelegten Musc. peronaeis entstehen sahen. Spätere mit Dr. Sticker angestellte Versuche (Mueller's *Archiv* 1834. p. 202.) haben die Resultate dieser Versuche noch mehr aufgeklärt. Man hatte zu viel Werth auf Nysten's Erfahrungen gelegt, dass die Muskeln derer, die einige Tage nach einem Schlagflusse gestorben waren, trotz der Hirnlähmung noch contractil gegen galvanischen Reiz waren. Nysten *a. a. O. p.* 369. Es fand sich nämlich bei jenen Versuchen, dass das vom Hirneinfluss getrennte untere Stück eines durchschnittenen Nerven in der ersten Zeit allerdings seine Reizbarkeit behält, dass sie aber, wenn die Aneinanderheilung der Nervenstücke verhindert wird, später verloren geht, so dass man nach 2 Monaten durch den auf das untere Nervenstück applicirten galvanischen Reiz eines einfachen Plattenpaars keine Zuckungen mehr in den Muskeln erregen kann. Selbst die Muskeln hatten ihre Reizbarkeit für das galvanische Fluidum in mehreren Fällen verloren. Hiernach sprechen die vorhin erwähnten Versuche doch mehr für als gegen die Herstellung der Nervenleitung. Im dritten Falle allein fehlte die Reizbarkeit im untern Nervenstücke fast ganz, und in diesem Falle scheint daher zwar eine Vernarbung der Nerven, aber keine Herstellung der Leitung statt gefunden zu haben. Da der Einfluss des Gehirns und Rückenmarks auf die Nerven zur längern Erhaltung der Reizbarkeit eines Nerven, nach Sticker's Versuchen, nöthig ist, so giebt die blosse Reizbarkeit des untern Stückes eines durchschnit-

tenen Nerven nach mehreren Monaten den Beweis ab, dass die Heilung mit Herstellung der Leitung verbunden war. Schwann hat neulich einen Versuch über die Reproduction der Nerven bei einem Frosche angestellt. Er durchschnitt in der Mitte beider Oberschenkel den N. ischiadicus. In der ersten Zeit nach der Operation hüpfte der Frosch nur selten, sondern bewegte sich meistens durch Kriechen fort. Nach Verlauf eines Monates hüpfte er schon häufiger, und nach 3 Monaten ging diese Bewegung fast eben so gut von Statten, wie bei einem gesunden Frosch. Auch die Anfangs aufgehobene Empfindlichkeit in den Füssen war nach dieser Zeit grösstentheils zurückgekehrt. Wurden die blossgelegten Nerven hoch oben oder dicht über der Narbe mit einer Nadel gereizt, so entstanden starke Zuckungen an den entsprechenden Muskeln. Dasselbe zeigte sich, wenn die Nerven unter der Narbe und wenn die Muskeln selbst gereizt wurden. Bei der Untersuchung des Nerven fand Schwann Folgendes: Nachdem der Nerv (die Untersuchung konnte nur an Einem gemacht werden) von den umgebenden Theilen, womit er an der verletzten Stelle zusammenhing, getrennt war, bemerkte man ein Stück von ungefähr 1‴ Länge, welches nicht die glänzende Weisse zeigte, wie der übrige Nerv, sondern etwas mehr durchscheinend war. Es schien dadurch die Grenze angedeutet, wie weit sich die durchschnittenen Nerven, wenigstens das Neurilem derselben zurückgezogen hatte. Das mehr durchscheinende Stück musste also theils aus der aus dem durchschnittenen Nerven hervorquellenden Nervensubstanz, theils aus neu erzeugter Masse bestehn. Das ganze Stück liess sich aber nicht für hervorgepresste Nervenmasse erklären, weil es dafür zu lang war. Unter dem Microscop zeigte die fragliche Stelle aber an ihrer ganzen Länge dicht an einander liegende Nervenfäden, und das mehr durchscheinende Ansehn schien nur durch ein weniger vollständig reproducirtes Neurilem zu entstehn. Diese Fäden gingen continuirlich in die Nervenfäden der beiden Nervenstümpfe über, und wenn an einzelnen Stellen die Nervencylinder nur durch ganz dünne Fäden zusammenhingen, so liess sich diess durch die behufs der microscopischen Untersuchung vorgenommene Zerrung erklären. Der obere Nervenstumpf war übrigens eben so angeschwollen, wie es an den Nerven in Amputationsstümpfen zu seyn pflegt; beim unteren Nervenstumpf war diess nicht der Fall. Der Versuch von Schwann beweist die Reproduction der Nerven deutlich. Die Versuche von Haigthon, von Prevost und von Tiedemann sind ohnehin platterdings nicht erklärlich, wenn man nicht eine Reproduction der Nerven annimmt. Tiedemann, der bei einem Hunde in der Achselhöhle die Nervenstämme des Vorderbeins, namentlich den N. ulnaris, radialis, medianus, cutaneus ext. durchschnitten, beobachtete nach 8 Monaten und noch mehr nach 21 Monaten eine Herstellung der Empfindung und Bewegung, so dass der Hund zuletzt den vollständigen Gebrauch des Fusses wieder erlangt hatte. Diess ist einer der überzeugendsten Versuche für die Regeneration der Nerven. Für die Regeneration der Nerven

bei kleinen durchschnittenen Nervenfasern spricht auch die Wiederkehr einiger Empfindung in transplantirten Hautlappen, die nach der Transplantation und Anwachsung von der Hautbrücke, mit der sie früher noch zusammenhingen, getrennt werden, wie z. B. der aus der Stirn gebildete Hautlappen für die neue Nase nach dem Anwachsen an der Stelle des Zusammenhanges mit der Stirnhaut getrennt wird. Wenn hier keine Regeneration der feinen Nervenfäden an den Verwachsungsstellen einträte, so müsste ein solches Hautstück zuletzt ganz unempfindlich seyn. Nach den Erkundigungen, die ich in dieser Hinsicht bei dem Erfahrensten in diesen Dingen, Dieffenbach, eingezogen, bleibt die Empfindlichkeit in diesen Theilen zwar immer sehr gering, aber sie ist doch nicht ganz zu läugnen.

Ein Umstand, der es besonders schwierig macht, sich eine deutliche Vorstellung von dem Hergange bei der Regeneration der Nerven zu machen, ist das Vorhandenseyn von Bündeln verschiedener Nervenfasern in manchen Nerven, motorischer und sensibler Fasern, wovon die ersteren, wie später gezeigt wird, allein die Fähigkeit haben, Muskelbewegungen zu erzeugen. Bei der Regeneration solcher Nerven müssten daher die motorischen Fasern mit den motorischen, die sensiblen mit den sensiblen verwachsen, was wieder schwer ist sich vorzustellen, wenn mán die Feinheit dieser Fasern bedenkt. Schwann bezweckte bei seinem oben erwähnten Versuch hauptsächlich zu ermitteln, ob das Zusammenheilen von Empfindungs- und Bewegungsfasern an durchschnittenen Nerven dadurch bewiesen werden könne, dass, wenn die hinteren (Empfindungs-) Wurzeln solcher Nerven im Rückenmarkskanale gereizt werden, vielleicht Zuckungen entständen. Er legte daher an dem Frosche, an dem die N. ischiadici auf beiden Seiten durchschnitten und wieder zusammengeheilt waren, das Rückenmark bloss und durchschnitt die hinteren Wurzeln beider Seiten; allein es zeigte sich keine Bewegung in den Schenkeln, dagegen entstanden starke Zuckungen in den Muskeln des Unterschenkels, als die vorderen Wurzeln durchschnitten wurden. Aus diesem negativen Resultat aber liess sich kein Schluss gegen das Zusammenheilen von Empfindungs- und Bewegungsnerven ziehen, weil der Erfolg dadurch erklärt werden kann, dass die Empfindungsnerven vielleicht nicht das Vermögen besitzen, eine Reizung vom Centrum nach der Peripherie zu leiten.

Die von den Neuralgien hergenommenen Gründe für die Reproduction der Nerven sind wohl die schwächsten. Nach der Durchschneidung eines schmerzhaften Nerven kehren die Schmerzen oft wieder. Diess würde sich allein schon aus dem Umstande erklären, dass das Nervenleiden seinen Sitz selbst über die Stelle der Durchschneidung nach dem Stamme hinauf ausdehne, und dass die Narbe des Nerven Schmerzen an dem Stamme errege. Dass diese später wieder erscheinenden Schmerzen in den äusseren Theilen empfunden zu werden scheinen, darf uns nicht wundern. Denn die Stämme der Nerven enthalten noch die Summe der Fasern, die sich in den Zweigen daraus entwickeln, und da

die örtlichen Empfindungen durch die Verbindungen dieser Fasern mit dem Gehirne entstehen, so kann ein Nervenstumpf noch Empfindungen erzeugen, die in den äussern Theilen zu seyn scheinen. Diess kömmt noch vor, wenn die äusseren Stücke gar nicht mehr vorhanden sind. Bei allen Amputirten, die ich untersucht, gehen die Empfindungen, als wenn die amputirten Theile noch vorhanden wären, nie ganz verloren; ich habe Amputirte 12 und mehr Jahre nach der Operation untersucht. Wenn die Nerven in dem Amputationsstumpf lange gedrückt werden, so haben sie die deutlichen Empfindungen, als wenn das Bein oder der Arm, die grösstentheils gar nicht mehr vorhanden sind, einschliefen. Dass diese Empfindungen einige Zeit nach der Amputation sich verlieren sollen, ist ein Irrthum der Aerzte und Chirurgen, welche die Kranken gewöhnlich nur einige Monate sehen.

Von besonderem Interesse sind Gruithuisen's Beobachtungen an sich selbst, nachdem er sich den Nervus dorsalis radialis pollicis am hintern Theile des 2. Gliedes durch eine bis auf den Knochen gehende grosse Querwunde durch Zufall zerschnitten hatte. Die linke Seite des Daumrückens war bis unter den Nagel ganz unempfindlich. Zur Zeit der Entzündung wurde diese Hautstelle schmerzhaft und litt an einem dauernden, stechenden und brennenden Schmerz. (Diess war wohl durch die Entzündung des Nervenstumpfes vom obern Theile des Nerven verursacht, und wurde nur scheinbar, wie nach Amputationen, in der unempfindlichen Haut gefühlt.) Diese Schmerzen verschwanden nach 8 Tagen mit der Heilung, worauf der unempfindliche Zustand wieder eintrat. Später trat einige Empfindung, aber eine nur höchst unbestimmte, ein. Gruithuisen konnte, wenn er die Augen schloss, auf einer Strecke von 2 Zoll Länge und $\frac{3}{4}$ Zoll Breite nicht bestimmen, wo er berührt wurde, und machte Fehler von 3—5 Linien. Wenn er auf die Narbe klopfte, hatte er die Empfindung von Prickeln unter dem Nagel. 8 Monate, nachdem er diese Beobachtungen angestellt, war die Empfindung durchaus noch ebenso undeutlich wie früher. Gruithuisen schliesst mit der Bemerkung, dass die Empfindungseindrücke zwar durch die Nervennarbe geleitet werden können, allein sie werden nach ihm in dieser Narbe zu sehr ausgebreitet, als dass sie durch bestimmte Nervenfasern dem Sensorium wie von einem bestimmten Orte kommend erscheinen könnten. *Beiträge zur Physiognosie und Eautognosie.*

Was die Reproduction des Gehirns und Rückenmarks betrifft, so liegen keine Thatsachen vor, welche beweisen, dass jemals die Folgen der Zerstörung der Gehirnmasse und des Rückenmarkes durch die Reproduction der neuen Substanz ganz hergestellt werden. Arnemann sah zwar bei Hunden nach Verlust von 26—54 Gran Gehirn 7 Wochen später die Wunde von neuer gallertartiger gelblicher Substanz ausgefüllt, die sich leichter als die Hirnsubstanz in Wasser löste. Es fragt sich aber, ob diese neue Materie wirklich Hirnsubstanz ist. Zerstörungen des grossen Gehirns an der Oberfläche haben oft keine auffallenden Folgen, wenn sie

nicht mit Druck oder Irritation verbunden sind. Verletzungen des Rückenmarkes sind bekanntlich leider unheilbar. Das Gehirn vernarbt nach Flourens (*Versuche über die Eigensch. und Verricht. des Nervensystems*) zwar leicht, aber eine eigentliche Reproduction der Hirnsubstanz, die Arnemann angenommen, findet nach ihm nicht statt, indem die verwundeten Theile anfangs zwar aufschwellen, aber später wieder collabiren und einfach vernarben. Die Functionen des Gehirns stellen sich zwar oft wieder her; allein diess geschieht, wenn es geschieht, öfter schon nach einigen Tagen, und die Reproduction hat wohl nicht allen Antheil daran. Indess soll doch die Wandung eines Hirnventrikels, wenn sie in einer Strecke weggenommen worden, durch Verlängerung der Rinde sich wieder herstellen.

b. *Regeneration bei suppurativer Entzündung.*

Die eiternde oder suppurative Entzündung bildet sich immer aus, wenn eine Wunde im exsudativen Stadium der Entzündung nicht heilen kann. Während der Heilung einer Wunde bei suppurativer Entzündung wird keine plastische Materie (aufgelöster Faserstoff), welche organisirbar ist, ausgeschieden, der Eiter ist nicht organisationsfähig. Home's Ideen über die Umbildung von Eiter in Fleischwärzchen, sind wohl ein gänzliches Missverständniss der Natur. Der Eiter entsteht durch eine Absonderung auf der Oberfläche oder im Innern des entzündeten Theiles, wobei der Eiter im Moment der Secretion nach Brugmans und Autenrieth flüssiger und klarer zu seyn scheint. Diese Absonderung scheint auf Kosten von durch die Entzündung zersetzter Materie zu geschehen. Die Eiterkügelchen sind ungleich, meist grösser als Blutkörperchen, mit denen sie keine Aehnlichkeit der Gestalt haben; sie sind entweder abgestossene Theilchen der eiternden Oberfläche, oder entstehen erst wie andere Kügelchen der Secrete in dem flüssigen Secretum im Moment der Secretion, auf ähnliche Art wie die Kügelchen im aufgelösten Eiweiss bei beginnender Coagulation entstehen.

Bei der Heilung der Wunden per primam intentionem im Stadio exsudationis der Entzündung, verwachsen die Wundränder mit Hülfe der organisirbaren aufgelösten Materie des Blutes. Bei der Heilung eiternder Wunden entstehen keine neuen Gefässe in vorher von der Oberfläche exsudirter Materie, sondern die eiternden Ränder und der Boden werden durch Wachsthum der organisirten Partikeln vorgeschoben. Die Meinungen der Schriftsteller über diesen einfachen Process waren zum Theil sehr sonderbar. Mehrere glauben, bei der Granulation einer eiternden Wunde finde zugleich Eiterung und Exsudation von coagulabler Materie statt, die sich organisire. Allein Eiterung und Exsudation von organisirbarer Materie schliessen sich immer aus, und können nicht zugleich auf einer und derselben Stelle einer Wunde statt finden. Langenbeck urtheilte, dass die Heilung dann erst eintrete, wenn die eiterabsondernden kleinen gefässreichen Erhabenheiten oder Granulationen diese Absonderung einstellen, und plastische Materie absondern. Diess lässt sich jedoch nicht behaupten. Eine

Wunde von guter Eiterabsonderung bildet neue Substanz durch Wachsthum und wird kleiner, während zu gleicher Zeit auf ihrer Oberfläche der Zersetzungsprocess, die Eiterung, fortdauert, wie man so oft sieht, und wie auch Pauli immer fand. Da nun die Granulationen nicht vorher exsudirt sind, so kann man nach meiner Ansicht bloss annehmen, dass die schon organisirte Substanz des Wundbeckens am Rande und in der Tiefe sich wachsend ausdehne durch Intussusceptio (pag. 357.), ähnlich dem gewöhnlichen Wachsthume aller organisirten Theile, nur viel rascher. Die eiternde Wunde wächst daher in allen Dimensionen vom Rande wie von der Tiefe gleichförmig zu ihrer eigenen Verkleinerung vor. Diese Productionen des Beckens der Wunde von körniger Oberfläche werden Granulationen genannt. Sie enthalten nicht die Enden der Gefässe, welche etwa den Eiter absondern, denn Enden der Blutgefässe giebt es an keinem Orte, sondern sie enthalten Capillargefässnetze. Der Eiter wird also nicht von Blutgefässenden abgesondert, sondern von der exponirten Oberfläche der Granulationen. Da nun das Vordringen der organisirten Theile von allen Seiten, vom Rande wie von der Tiefe aus, gleichförmig geschieht, so wird die Circumferenz der Wunde und das Becken immer kleiner, und zuletzt punktförmig, oder auf Null reducirt, wodurch die Eiterung von selbst aufhört. Nur wenn der Boden stärker als die Ränder wächst, erhebt sich der granulirende Boden über die Ränder empor; in diesem Zustande kann die eiternde Wunde nicht reducirt werden, und das rechte Verhältniss der wachsenden Ränder zum wachsenden Boden wird durch Cauterisation hergestellt. Im entgegengesetzten Falle, wenn der Boden im Wachsthume zurück bleibt, wird die Wunde sinuös, und die Ränder müssen aufgeschlitzt werden. Bei ganz oberflächlicher Eiterung hört zuletzt die Eiterung mit der Entzündung auf, ohne dass es der Reduction bedarf. Von den Capillargefässen einer eiternden Wunde hat Pauli *de vulneribus sanandis comment. physiol. chirurg. praemio ornata. Gott.* 1825. eine mikroskopische Abbildung gegeben.

Bei grossen Substanzverlusten der Haut wird diese theils durch Production der Ränder, theils durch Verdichtung des Zellgewebes ersetzt, was man z. B. in hohem Grade bei Verlust von grossen Theilen des Hodensackes beobachtet hat. Bei grossem Substanzverluste der Haut mit Necrose der Knochen, wo das necrotische Knochenstück abgestossen wird, und die weichwerdende granulirende Oberfläche des Knochens empor wächst (wie wir hier z. B. einen grossen Substanzverlust der Schädeldecken und Necrose eines grossen Theils der äussern Lamelle des Schädels nach Verbrennung beobachtet haben), scheint die Narbensubstanz zum Theil von Verlängerung der Hautränder, zum Theil selbst durch Zellgewebe-Production der Oberfläche des granulirenden Knochens, der sich auch wieder seine Beinhaut bildet, zu entstehen.

Der Process, welcher auf die Necrose der Knochen erfolgt, bietet ein grosses physiologisches Interesse dar.

Ein Knochen wird necrotisch oder stirbt ab, entweder in

Folge eines übeln Ausganges der (dyscrasischen) Knochenentzündung, oder in Folge von Zerstörung seiner Gefässe durch Zerstörung der Beinhaut oder des Markgewebes. Wird die Beinhaut, die durch ihre Gefässe in dem innigsten Zusammenhange mit den Gefässen des Knochens steht, in beträchtlicher Strecke zerstört, so stirbt die äussere Schichte des Knochens (nicht die ganze Dicke des Knochens) ab, weil die Gefässe der äussern Schichte durch Zerstörung der Beinhaut ausser Thätigkeit gesetzt sind. Wird das Markgewebe eines Knochens durch Entzündung oder künstlich in einem durchsägten Röhrenknochen eines Thieres zerstört, so sterben die inneren Schichten des Knochens (nicht die ganze Dicke des Knochens) ab, weil die Gefässe der inneren Schichten des Knochens mit den Gefässen des Markgewebes im innigsten Zusammenhange stehen. Merkwürdig ist nun der Process, welcher bei der innern Necrose in den äusseren noch lebenden Theilen des Knochens, bei der äussern Necrose in den inneren noch lebenden Theilen des Knochens entsteht. Dieser Theil des Knochens entzündet sich, die Folge dieser Entzündung ist im Stadium exsudativum Ausschwitzung, wie beim entzündeten gebrochenen Knochen, worauf später die ausgeschwitzte Masse wie bei den Knochenbrüchen organisirt und ossificirt wird. Hat man den Knochen äusserlich verletzt, und eine äussere Necrose bewirkt, so erfolgt die Exsudation auf der innern Fläche der Höhle der Röhrenknochen, wodurch die Markhöhle verkleinert wird. Dieser Callus auf der innern Fläche der Röhrenknochen verstärkt nun die Dicke des Knochens, dessen äussere Schicht abgestorben ist. Bewirkt man dagegen eine Zerstörung des Markes an einem durchsägten Röhrenknochen eines Thieres, worauf die innere Schichte abstirbt, so erfolgt die Exsudation auf der äusseren Fläche von den äusseren noch lebenden Schichten des Knochens. Diese Exsudationen sieht man am deutlichsten bei Vögeln, in deren hohle Knochen man einen heissen Stab bringt.

Von der im Stadium exsudativum erfolgenden Ablagerung von Knochenmaterie in der Markhöhle im ersten Falle, auf der Oberfläche zwischen Beinhaut und Knochen im zweiten Falle, haben die meisten Schriftsteller nicht die Aufschwellung des entzündeten Knochens selbst unterschieden, welche Scarpa die Expansion nennt. Diese sieht man deutlicher in den Knochen der Säugethiere. Die Exsudation ist ein Process, der nur eine Zeitlang dauert. Die Aufschwellung dauert während des ganzen Verlaufes der Knochenentzündung fort, und erscheint erst recht deutlich, wenn der Knochen sich gegen das necrotische Stück hin erweicht, und hier überaus gefässreich wird; diese Expansion des entzündeten und erweichten Knochens hat bei den Säugethieren den grössten Antheil an der Regeneration des necrotischen Knochentheils. An der Stelle, wo die gesunde äussere Schichte die innere necrotische oder die gesunde innere Schichte die äussere necrotische berührt, wird die noch lebende entzündete Knochenschichte ganz weich, roth, granulirend, und wächst bei der innern Necrose nach aussen vor, wodurch um die necrotische in-

nere Schichte (Sequester) nicht eine neue Röhre, sondern eine Verstärkung der äussern Schichte entsteht, oder unterhalb der äussern abgestossenen necrotischen Schicht eine Verstärkung der innern Schicht nach aussen sowohl als gegen die Markhöhle hin erfolgt. Diese Aufschwellung dauert fort, während die Oberfläche des entzündeten und erweichten Knochens entweder nach innen gegen die innere Necrose, oder nach aussen hin gegen die äussere Necrose Eiter abzusondern fortfährt.

Ist die ganze Dicke eines Knochens abgestorben, so kann kein Knochen regenerirt werden; die Beinhaut hat nichts damit zu schaffen; dagegen erfolgt die Regeneration in der Regel, wenn bloss die äussere oder innere Schicht abgestorben ist; es wird aber hier kein neuer Knochen gebildet, sondern das bei der innern Necrose abgestorbene Röhrenstück ist nur eben die innere Schicht des Röhrenknochens, und die neue Röhre um die abgestorbene ist auch eben nur die verstärkte und aufgeschwollene äussere Schichte des Röhrenknochens.

Man hat sich viel gestritten, ob die Reproduction der neuen Knochenmasse, welche den Sequester bei der innern Necrose einschliesst, von der Aufschwellung der äusseren Schichten des Knochens oder von der überkleidenden Beinhaut ausgehe. Weidmann (*de necrosi ossium*) nimmt beide Fälle an. Troja behauptet nach seinen neueren Versuchen das Erstere, und Scarpa hat es neuerdings als richtig erwiesen. Meding dagegen vertheidigt die Reproduction des Knochens durch die Beinhaut. Es ist für's Erste nicht begreiflich, dass eine Haut, wie die Beinhaut, welche nur Träger der von ihr in den Knochen eindringenden Gefässe und Hülle desselben ist, organisirte Knochenmasse bilden soll. Gegen diese Vorstellung habe ich mich schon pag. 362. erklärt. Allein es lässt sich bestimmt durch Versuche an Säugethieren (die hierzu besser geeignet als die Vögel sind) zeigen, dass die Bildung der neuen Röhre theils durch Exsudation (im Stadio exsudativo) auf der Oberfläche des Knochens geschieht, welche man auch für Exsudation des entzündeten Knochens und nicht der Beinhaut anzusehen hat, dass aber der grösste Theil der Knochenmasse nur durch die während der ganzen Eiterung fortdauernde spongiöse Aufschwellung der äussern Schichte (bei der innern Necrose) gebildet wird. Ich berufe mich hier auf die trefflichen Beobachtungen meines Collegen M. J. Weber, die Bannertu in seiner interessanten Dissertation zugleich bekannt gemacht, und wozu er die Abbildungen der Präparate gegeben hat.

Alles, was ich hier über die Reproduction der Knochen bemerkt habe, beruht auf der mir gütigst erlaubten Untersuchung dieser Präparate, welche gar keinen Zweifel an der Richtigkeit der Scarpa'schen Ansicht übrig lassen, nur dass Scarpa die anfangs erfolgende Exsudation zwischen Beinhaut und Knochen unbeachtet gelassen hat, die man bei Vögeln deutlicher sieht, die aber auch ein Product des Knochens selbst ist. Bei den Vögeln sieht man die Exsudation deutlicher, obwohl die spongiöse Aufschwellung des Knochens auch nicht fehlt; bei Säugethieren sieht

man die letztere deutlicher, obwohl die erstere auch nicht fehlt.

Die Beinhaut überzieht die neue Knochenmasse in Weber's Präparaten unverändert, nur dass sie hier und da eine ganz kleine knorpelähnliche Anschwellung zeigt. Vergl. Troja, *neue Beob. u. Vers. über die Knochen*, übers. von Schönberg. *Erlang.* 1828. Köhler *exp. circa regenerationem ossium. Gott.* 1786. Kortum *diss. exp. et observ. circa regenerationem ossium. Berol.* 1824. Meding *diss. de regeneratione ossium. Lips.* 1823. Scarpa *über die Expansion der Knochen und den Callus. Weimar* 1828. Bannerth, *Naturae conaminum in ossibus laesis sanandis indagatio anatomica physiologica. Bonnae* 1831.

Die reichhaltigste Zusammenstellung der Litteratur über die Reproduction der verschiedensten Theile liefert die vorher erwähnte Preisschrift von Pauli.

---

Berlin, gedruckt bei den Gebr. Unger.

# HANDBUCH

der

# PHYSIOLOGIE DES MENSCHEN

für Vorlesungen.

Von

Dr. Johannes Müller,

Ordentl. öffentl. Professor der Anatomie und Physiologie an der Königl. Friedrich Wilhelms-Universität und an der Königl. medicin.-chirurg. Militär-Academie in Berlin, Director des Königl. anatom. Museums und anatom. Theaters, Mitglied der medicin. Oberexaminationscommission, Mitglied der Königl. Academie der Wissenschaften zu Berlin, der Kaiserl. Academie der Wissenschaften zu St. Petersburg, der Königl. Academie der Wissenschaften zu Stockholm, der Kaiserl. Academie der Naturforscher, der Gesellschaft naturforschender Freunde zu Berlin, des Vereins für Heilkunde in Preussen, der medic.-chirurg. Gesellschaft zu Berlin, der schwedischen Gesellschaft der Aerzte zu Stockholm, der Gesellschaften für Natur- und Heilkunde zu Heidelberg, Erlangen, Freiburg, Münster Mitglied.

*Ersten Bandes zweite Abtheilung.*

Mit Königlich Würtembergischen Privilegien.

Coblenz,

Verlag von J. Hölscher.

1834.

## *III. Abschnitt.* Von der Absonderung.

### *I. Capitel.* Von den Absonderungen im Allgemeinen.

Während das Blut aus den feinsten Zweigen der Arterien durch die Capillargefässnetze in die Anfänge der Venen übergeht, dringen die flüssigen, d. h. aufgelösten Theile des Bluts nach den pag. 225 dargestellten Gesetzen durch Tränkung zum Theil in das Gewebe der Organe ein. Diese erleiden durch die Einwirkung des Gewebes eine chemische Veränderung: gewisse Bestandtheile werden angezogen, andere werden von den Organtheilen selbst an das Blut abgegeben. Man kann diese Veränderungen der aus dem Kreislaufe des Blutes abgehenden Theile desselben im Allgemeinen Metamorphose nennen. Die Metamorphose der Substanz auf diesem Wege ist aber überhaupt eine dreifache: 1. Verwandlung von Bestandtheilen des Bluts in die organisirte Substanz verschiedener Organe — *Intussusceptio,* Ernährung. Diese ist im vorhergehenden Abschnitt pag. 341 abgehandelt. 2. Verwandlung von Bestandtheilen des Bluts auf der flächenhaften Grenze eines Organes in feste, nicht organisirte Substanz, wodurch die nicht organisirten Theile wachsen — *Appositio.* Davon ist pag. 363 gehandelt. 3. Verwandlung von Bestandtheilen des Blutes auf der flächenhaften Grenze eines Organes in eine auszuscheidende flüssige Materie — *Secretio,* Absonderung. Diese ist der Gegenstand der gegenwärtigen Untersuchung. Materien, welche durch diesen chemischen Prozess zwischen dem Blute und einem absondernden Apparat ausgeschieden werden, sind theils: 1. Bestandtheile, welche als solche bereits in dem Blute vorhanden waren und bloss aus demselben entfernt werden, wie die Ausscheidung des Harnstoffs durch die Nieren, die Ausscheidung der Milchsäure und milchsauren Salze durch den Urin und durch den Schweiss — *Excretio, Excreta.* Bei dem Menschen sind die in der Thierwelt allgemeinsten *Excreta,* Harn und Schweiss, sauer; indessen ist es nicht constant, dass die Excretionsstoffe sämmtlich sauer reagiren, wie Berzelius einst die Absonderungen ordnete: denn der Harn einiger pflanzenfressenden Thiere reagirt alkalisch und die eigenthümlichen *Excreta* mehrerer Thiere sind zuweilen alkalisch, wie ich z. B. den scharfen Excretionsstoff der Haut der Kröten gefunden habe. 2. Absonderungen von Materien, welche nicht unmittelbar aus dem Blut abgeschieden werden können, indem sie darin nicht vorhanden sind; die vielmehr aus näheren Bestandtheilen des Bluts erst durch einen chemischen Prozess erzeugt werden, wie die Galle, der

Samen, die Milch, der Schleim u. s. w. *Secretio.* Die *Secreta* dieser Art sind zum Theil auch wieder bloss Ausscheidungen, welche weiter keinen Zweck in der thierischen Oekonomie mehr erfüllen, sondern höchstens zum Schaden für andere thierische Wesen und zur Vertheidigung derjenigen, welche sie bilden, dienen oder durch Verbreitung eigenthümlicher Gerüche andere thierische Wesen anziehen oder abstossen u. s. w., und dadurch in weiteren Kreisen in den Plan der thierischen Oekonomie der Natur eingreifen. Dergleichen Excretionsstoffe werden an fast allen Theilen der Körperoberfläche in der Thierwelt abgesondert. Es gehören z. B. hierher die scharfen Absonderungen vieler Käfer, der Wespen, der Bienen, des Scorpions, die Spinnmaterie der Spinnen, Insecten, Muscheln, der Tintenbeutel der Cephalopoden, die Submaxillar-Moschusdrüse des Crocodils, die Folliculi lacrymales der Wiederkäuer, die Gesichtsdrüsen der Fledermäuse, die Schläfendrüse des Elephanten, die mit unzähligen Oeffnungen (und nicht mit einer Längenspalte, wie Geoffr. St. Hilaire angab) sich öffnenden Drüsen im Hypochondrium der Spitzmäuse, die Rückendrüse des Tajassu, die Oeldrüsen über dem Steiss der Vögel, die Moschusdrüse am Schwanz des Sorex moschatus, die Afterdrüsen der Fischotter, des Maulwurfs, des Bibers, der Hyäne, des Zibetthiers u. s. w., die Vorhautdrüsensäcke der Hamster und Ratten, des Bibers, worin das Bibergeil enthalten, die Folliculi inguinales der Hasen, der Moschusbeutel des Moschusthiers unter der Haut des Unterleibs, über dem *Penis* gelegen und vor der Vorhaut sich öffnend; die Schenkeldrüsen mehrerer Eidechsen, die Giftschenkeldrüse des Schnabelthiers, die Klauendrüse mehrerer Wiederkäuer. Siehe das Nähere in J. Mueller *de glandularum secernentium structura penitiori. Lipsiae* 1830. Diese Excretionsstoffe können Wirkungen ausser dem Thiere hervorbringen, aber auch für die thierische Oeconomie desjenigen Organismus, welcher sie ausscheidet, in sofern wichtig werden, als die Bildung dieser Stoffe auf Kosten gewisser näherer Bestandtheile des Bluts geschehen muss, das Blut also durch die beständige Ausscheidung gewisser, zu dieser Zusammsetzung nöthiger Elemente selbst chemisch verändert wird. Die Unterdrückung dieser Absonderungen würde zum Theil vielleicht eben so nachtheilig wirken, wie die Unterdrückung gewisser krankhafter Ausscheidungen bei dem Menschen, welche gleichsam als Apparate für die Erhaltung der gesunden Mischung des Blutes zu betrachten sind. Wenn sich eine organische Verbindung ausser dem thierischen Körper in eine andere umwandelt, so werden gewisse Bestandtheile, die zu zu dieser zweiten Verbindung überflüssig sind, ausgeschieden, wie bei der Umwandlung des Zuckers in Weingeist Kohlensäure entweichen muss. Unter demselben Gesichtspunkt kann man nicht bloss die Ausscheidung des Schweisses und Harnes, sondern auch die der eigenthümlichen Excretionsstoffe mancher Thiere betrachten. Die Bildung und Ausscheidung des Harnstoffes ist für die Erzeugung einer edlern organischen Verbindung dasselbe, was die Ausscheidung der Kohlensäure bei Bildung des Weingeistes aus Zucker. Wendet man dies auf die Ausscheidung krank-

hafter Stoffe an, so muss man wohl zweierlei krankhafte Absonderungen unterscheiden: bei der einen Art ist ein krankhaftes Secretionsproduct dermalen zur Erhaltung der gesunden Mischung des Bluts nöthig und so lange der Mischungsprozess des Blutes überhaupt nicht günstig verändert worden, lässt sich eine solche krankhafte Secretion ohne Schaden nicht aufheben. Ganz anders ist es mit den krankhaften Secretionen, welche bloss örtliche Bedingungen haben. Nach der Amputation, die bei einer grossen, aber nicht dyscrasischen Eiterung angestellt wird, ist es daher aus physiologischen Gründen nicht zu rechtfertigen, wenn die Chirurgie zuweilen aus Missverständniss der physiologischen Vorgänge vicarirende Absonderungen einrichten will und die Heilung per primam intentionem fürchtet.

Andere Secrete der zweiten Art erfüllen in der thierischen Oeconomie des Organismus noch weitere Zwecke, wie die Milch, die Galle, der Samen, der Schleim. Die wahren Secreta sind häufig alkalischer Natur, aber keineswegs immer und oft verändert sich ein und dasselbe Secretum unter leichten Bedingungen aus der alkalischen in die saure, und aus der sauren in die alkalische Beschaffenheit, wie der Speichel und pancreatische Saft. Eine vollständige Zusammenstellung über die sauere oder alkalische Reaction der thierischen Flüssigkeiten hat Schultze in seiner vergleichenden Anatomie gegeben. Die Bildung solcher eigenthümlichen Secreta, die im Blut schon enthalten sind, setzt einen specifisch wirksamen chemischen Apparat, sey es eine Haut oder eine Drüse, voraus. Mit der Zerstörung dieses Apparats hört jene Absonderung für immer auf, wie die des Samens nach Entfernung des Hodens, der Milch nach Entfernung der Brustdrüse, und es ist nicht richtig, was Haller einst behauptete (*Elem. Physiol. II.* 369), dass fast alle Secreta von jedem Secretionsorgane krankhafter Weise abgesondert werden könnten. Man muss nämlich hiermit nicht die ganz verschiedenen Fälle verwechseln, wo das natürliche Organ abzusondern fortfährt, aber der Ausfluss des Secrets durch die natürlichen Wege gehemmt, dasselbe durch Resorption ins Blut aufgenommen wird, und von diesem aus in anderen Wegen schlechthin exsudirt. Nur die Excretionsstoffe der ersten Art können sich nach Zerstörung ihres Ausscheideorgans aus den Wegen des Kreislaufs allenthalben durch Exsudation absetzen, weil sie, wie z. B. der Harnstoff, im Blute selbst schon enthalten sind. Siehe oben pag. 147.

Die chemischen Apparate der thierischen Secretionen sind theils Zellen, wie die Fettzellen, theils ebene Häute, wie die Synovialhäute und serösen Membranen, theils Organe von eigenthümlicher, zusammengesetzter Structur — Drüsen.

1) *Absondernde Zellen.* Hierher gehören die Zellen des Eyerstocks (*Vesiculae Graafianae*) mit einer eyweissstoffhaltigen Flüssigkeit gefüllt, in welchen sich das viel kleinere Ovulum bildet; ferner die Zellen des Hodens einiger Fische, wie des Aals, der Pricke und einiger anderer, bei welchen nämlich der Hoden keine Samenkanälchen und keinen Ausgang besitzt, wie Rathke zuerst beobachtet, und der Same durch Zerplatzen der Zellen in die

Bauchhöhle gelangt, von wo er durch eine einfache Oeffnung ausgeführt wird. Am ausgebreitetsten ist die Absonderung durch Zellen in dem Fettzellgewebe. Hier ist der Ort, einige Bemerkungen über Zellgewebe überhaupt mitzutheilen.

Das Zellgewebe, welches durch seine Eigenschaft, andere Gewebe mit einander zu vereinigen, auch Bindegewebe genannt werden könnte, ist in der neuern Zeit einer der räthselhaftesten Körper geworden, indem man nämlich nach Bordeu, Wolff und Meckel angefangen hat, dessen Structur zu läugnen und als einen zwischen die Organtheile gelegten Schleim zu betrachten, dessen häutige und zellige Beschaffenheit erst durch Einfluss von Luft oder durch ein Auseinanderziehen desselben oder durch infiltrirte Flüssigkeit entstehe. Diese Vorstellungen sind durch die weichere Beschaffenheit dieses Stoffs bei dem Embryo bestärkt worden. Man ist selbst zu der ganz fabelhaften Vorstellung gekommen, dass sich beim Embryo alle Organe aus Zellgewebe erzeugen, da doch der Keimstoff eines Organes, den wir *Blastema* genannt haben, etwas viel edleres, mit productiven Kräften begabtes und vom Zellgewebe ganz verschiedenes ist. Die Beschaffenheit dieses Keimstoffes lässt sich ganz besonders deutlich bei der Entstehung der Drüsen erkennen: er ist bei den Drüsen eine gelatinöse, halbdurchsichtige Materie, in welcher die Verzweigung der Drüsenkanälchen baumartig entsteht und durch Aestetreiben fortschreitet, so dass dieser Stoff eine Art Atmosphäre um die Drüsenkanälchen bildet, welche anfangs sehr ausgebreitet ist, und im Maasse mit dem Wachsen des Drüsensystems gleichsam von ihm absorbirt wird. Bei den gelappten Drüsen, der Thränen- und den Speicheldrüsen ist dieser Keimstoff in der Folge auch lappig. Siehe J. Mueller *de glandularum structura penitiori. Tab. VI. Fig.* 11. 12. *Tab. V. Fig.* 8.

Die unrichtige Vorstellung von der Bildung des Zellgewebes rührt davon her, dass man die microscopische Untersuchung desselben vernachlässigt hat oder zu unvollkommene Instrumente hierzu anwenden konnte. Alles Zellgewebe besteht aus ganz überaus feinen Fasern, die Treviranus und Krause kannten, und aus nichts anderem, weder Kügelchen noch Blättchen. Diese Fasern gehören unter die feinsten Theile des menschlichen Körpers und sind ohngefähr so stark, wie die Primitivfasern des Sehnengewebes. Selbst die Häute der Fettzellen entstehen erst durch Aneinanderlegen dieser Fasern, welche man erst bei einer 400maligen Vergrösserung ihres Durchmessers sieht. Diese Primitivfasern des Zellgewebes sehen fast so wie Primitivfasern des Sehnengewebes aus, mit welchen das Zellgewebe auch dadurch übereinstimmt, dass es beim Kochen Leim giebt. Die Fasern des Zellgewebes sind zu Lamellen und kleinen Häutchen verbunden, und diese Lamellen oder Bündel von Zellgewebefasern liegen nun in den mannigfaltigsten Richtungen durcheinander, so dass sie ein unregelmässiges Spinngewebe von kleinen Bündeln und Lamellen erzeugen, dessen Interstitien untereinander communiciren, wie man durch das leichte Aufblasen derselben ermittelt. Durch diesen letzten Umstand und durch seine Structur überhaupt unterscheidet sich das thie-

thierische Zellgewebe von dem Pflanzenzellgewebe, welches meist eckige geschlossene Zellen bildet. Die Primitivfasern in der *Fascia superficialis* stimmen durchaus mit denen des Zellgewebes überein. Diese dünneren Faserhäute scheinen bloss durch die Dichtigkeit des Strickwerks des Zellgewebes zu entstehen. In den eigentlichen Fascien und Sehnen liegen die Fasern schichtweise in gewissen Richtungen, und bilden Faserbündelchen, welche, wie die Fasern des fibrösen Gewebes überhaupt, wohl nicht aus dichten Ordnungen von Primitivfasern des Zellgewebes, sondern aus eigenthümlichen Fasern bestehen. Das Zellgewebe wird nun in seröses und Fettzellgewebe eingetheilt. In Hinsicht des serösen Zellgewebes, welches mit eyweiss- und osmazomhaltigen Flüssigkeiten infiltrirt ist, entsteht die Streitfrage, ob die Interstitien des Zellgewebes bloss Räume der Lymphgefässnetze sind, wie Fohmann und Arnold annehmen, welche das Zellengewebe überhaupt für keinen besondern Körper, sondern für blosse Lymphgefässnetze halten. Vgl. pag. 250. Hierfür könnte man anführen, dass auch die innere Haut der Lymphgefässe aus ganz überaus feinen Fasern, wie das Zellengewebe, gewebt ist. Jene Vorstellung von Zusammensetzung des Zellgewebes aus Lymphgefässnetzen wird durch den unmittelbaren Uebergang in die Fascia superficialis unwahrscheinlich. Daher Fohmann und Arnold jedenfalls annehmen müssten, dass die Lymphgefässnetze nur die Interstitien zwischen den Bündeln des Zellgewebes einnehmen. So leicht man beobachten kann, dass bei der Zellgewebewassersucht die Lymphgefässe und Lymphgefässnetze mit wässrigen Flüssigkeiten weit ausgedehnt sind, so ist doch jene Vorstellung von dem Zellgewebe durchaus hypothetisch und selbst in sofern unwahrscheinlich, als das Fettzellengewebe doch unmöglich zu den Lymphgefässnetzen gehört, Fett aber fasst überall im Zellgewebe sich anhäufen kann. Alle diese Bemerkungen über den Bau des Zellgewebes sind aus einer kleinen Arbeit von Jordan über die *tunica dartos* und die verwandten Gewebe (Mueller's *Archiv*. 1834. *p*. 410.) entnommen. Ich bemerke, dass ich die Beobachtungen des Verf. selbst verificirt habe.

Das Fett ist ein blosses Depositum in den Zellen des Zellgewebes, theils unter der Haut im *Panniculus adiposus*, theils im *Omentum*, in der Umgegend der Nieren und in dem Mark der Knochen und stellenweise an vielen anderen Theilen. Eine besondere Structur scheint zu dieser Absetzung aus dem Blute nicht nöthig, weil eben in allen Theilen Fett sich abscheiden kann. Diese Materie ist übrigens ohne alle Organisation und bei der Temperatur des menschlichen Körpers selbst flüssig oder weich. Die verschiedenen Fettarten in der Thierwelt unterscheiden sich vorzüglich durch den Temperaturgrad, bei welchem sie weich und flüssig werden, und durch einen verschiedenen Gehalt an Stearin und Elain, in der Schmelzbarkeit verschiedenen Fettarten. Das Menschenfett gehört zu den weicheren Fettarten. Das Fett der kaltblütigen Thiere ist bei gewöhnlicher Temperatur noch flüssig. Die Zusammensetzung des Fettes ist schon pag. 126 angegeben. Dieses freie Fett ist stickstofflos, während andere Fettarten, wie das gebundene Fett

im Blut und im Gehirn, stickstoff- und phosphorhaltig sind. Stearin und Elain sind übrigens in Aether und heissem Weingeist löslich, Elain bleibt in dem erkalteten Weingeist gelöst. Der Nutzen des Fettes besteht offenbar theils in seiner Verwendung zur Ausgleichung der Formenverhältnisse, theils dient dasselbe als schlechter Wärmeleiter zum Schutz der inneren Theile. Das Fett kann aber auch als ein deponirter Nahrungsstoff betrachtet werden, der bei Hungernden und auch bei dem Schwinden der Theile durch Bindung mit anderen Thierstoffen oder verseift ungemein leicht wieder aufgelöst und in die Blutmasse wieder aufgenommen, zu organischen Combinationen weiter verwandt wird.

2) *Absondernde Häute.* Unter die absondernden Häute gehören vorzüglich die serösen Häute, die Schleimhaut und die äussere Haut.

a. Seröse Häute. Die serösen Häute scheinen aus ähnlichen Fasern wie das Zellgewebe zu bestehen, die auf dieselbe Weise zu Bündelchen verbunden und durch einander gewirkt sind. Sie bilden drei Ordnungen: 1. *Bursae synoviales*, sowohl *subcutaneae*, als die *Bursae synoviales tendinum*, welche den durch sie hindurchgehenden, oder an ihnen vorbeigehenden Sehnen einen Ueberzug geben. 2. Synovialhäute der Gelenke. Wenn Sehnen oder Bänder durch Gelenke hindurch gehen, so erhalten auch diese einen Ueberzug *). Die Synovia ist eine alkalische eyweisshaltige Flüssigkeit, welche durch Kochen coagulirt. 3. Seröse Häute der Eingeweide. Sie sind sackförmig geschlossen und entstehen als häutige Grenzen, wo Eingeweide frei einander berühren oder in Höhlen liegend von anderen Theilen abgesondert sind. Die durch eine seröse Haut begrenzten Eingeweide sind von Aussen so in den serösen Sack eingedrückt, dass sie selbst davon wieder einen Ueberzug erhalten. Von dem Gesetz, dass die serösen Häute geschlossene Säcke sind, giebt es nur selten Ausnahmen, wie z. B. die Oeffnung der Eyerröhren des Menschen und aller übrigen Wirbelthiere (bis auf einige Fische) in die Bauchhöhle, ferner die Oeffnungen, welche doppelt bei dem Haifisch und Rochen, einfach beim Aal und bei den Pricken von aussen in die Bauch-

*) Bei dem Embryo ist sogar in dem fünften Monat die durch das Schultergelenk durchgehende Sehne vom langen Kopf des *Musc. biceps* so von der Synovialhaut umzogen, dass sie in ihrer ganzen Länge, so weit sie in der Gelenkhöhle liegt, durch eine gekrösartige Falte der Synovialhaut an die Wand der Gelenkkapsel angeheftet ist. Nach dem fünften Monat findet sich diese Falte nicht mehr oder vielmehr bloss an dem untern Theil der Sehne in der Rinne der beiden Tubercula. Das im Kniegelenk vorkommende, so sonderbare *Ligamentum mucosum* ist der Rest einer ähnlichen Falte, welche nach meinen Beobachtungen im fünften Monat des Embryo von demjenigen Theil der Synovialhaut, welcher die *Ligamenta cruciata* überzieht, scheidewandartig nach vorn bis zu einem freien Rande sich fortsetzt, und dieses unvollkommne Mediastinum im Kniegelenk findet man in seltenen Fällen noch bei Neugeborenen; in den mehrsten Fällen ist es schon zwischen den *Ligamenta cruciata* und dem vordern, als *Ligamentum mucosum* übrig bleibenden Rande zerrissen.

höhle führen. Bei den Stören, Haifischen und Rochen hängt der Herzbeutel selbst mit der Bauchhöhle zusammen *).

Man stellt sich häufig vor, dass die serösen Höhlen während des Lebens mit einem Gas angefüllt seyen, ohne zu fragen, was diess für ein Gas seyn könnte. Diess ist eine unrichtige Vorstellung. Die serösen Säcke sind während des Lebens so von ihren Eingeweiden angefüllt, dass gar keine Zwischenräume innerhalb derselben vorhanden sind, und es wird von den Oberflächen der serösen Häute während des Lebens nur so viel Flüssigkeit abgesondert, um die einander berührenden Wände schlüpfrig zu erhalten und vor Verwachsungen zu schützen. So sind die Baucheingeweide unter dem beständigen Druck der Bauchmuskeln zusammengepresst; nur im Innern des Darmkanals erleidet der Raum der Bauchhöhle nach oben und abwärts Veränderungen. Zwischen Pleura costalis und pulmonalis ist während des Lebens nicht der geringste Zwischenraum, indem die Oberflächen der Lungen durchaus immer den Bewegungen des Thorax folgen, wodurch allein das Athmen möglich ist. Auch zwischen Herzbeutel und Herz braucht man keine gasförmigen Stoffe und keine Flüssigkeit während des Lebens anzunehmen; denn immer ist ein Theil des Herzens vom Blut ausgedehnt, während der andere Theil des Herzens zusammengezogen ist. Durch die Anhäufung des Blutes in dem eben erweiterten Theil des Herzens, sey es Vorhof oder Kammer, wird also die Höhle des Herzbeutels in jedem Augenblick ausgefüllt, und wenn auch durch die Zusammenziehung eines Theils des Herzens im Herzbeutel ein luftleerer Raum entstehen könnte, so würden die anliegenden Lungen vermöge des Luftdrucks von Aussen durch die Bronchien, den Herzbeutel verdrängend, diesen leeren Raum einzunehmen suchen.

Die serösen Säcke stehen unter sich in sympathischer Verbindung, und theilen sich einander leicht Entzündungen mit. Eine diesen Säcken eigenthümliche Krankheit ist die Ergiessung von Blutwasser in dieselben, welche leicht durch organische Krankheiten der ihnen anliegenden Eingeweide entsteht. Ueber die Gefässe der serösen Häute siehe oben pag. 203.

b. Schleimhäute. Die Schleimhäute kommen überall vor als innere häutige Begrenzungen, wo innere Theile mit der Aussenwelt in offener Verbindung stehen, überall wo etwas ausgeschieden oder aufgenommen wird. Sie sind weich und sammetartig, überaus gefässreich, im Mund und in der Speiseröhre von Epithelium bedeckt, ihr Gewebe giebt beim Kochen keinen Leim

*) Bei den Vögeln sollen nach der gewöhnlichen Annahme die aus den Bronchien der Lungen durch Oeffnungen auf der Oberfläche derselben sich verlängernden Luftsäcke auch in die Bauchhöhle herabsteigen und in diesen Luftzellen die Baucheingeweide alle liegen. Diess ist aber ein Versehen, denn nach meinen Beobachtungen an Hühnern liegen die beiden Hälften der Leber und der grösste Theil des Darmkanals zwischen den auf beiden Seiten herabsteigenden Luftzellen in besondern mit den Luftzellen gar nicht communicirenden Abtheilungen der Bauchhöhle, in welche bei einer Injection der Luftzellen durch die Luftröhre nichts eindringt.

und zeichnet sich durch die leichte Maceration in Wasser und durch die Auflöslichkeit in Säuren aus. Ihre äussere Fläche liegt an anderen Geweben an, an der Zunge auf Muskeln, an den knorpligen Theilen der Nase auf Perichondrium, in den Siebbeinzellen, Keilbeinhöhlen, Kieferhöhlen, Stirnhöhlen, gleichwie in der Trommelhöhle auf Periostium; im Darmkanal liegt die äussere Oberfläche dieser Haut an einer Art fester Fascia an (*Tunica propria* des Darmkanals), welche eben so auch wieder den Muskelfasern der dritten Haut des Darmkanals zur Befestigung dient. Man kann mehrere Hauptausbreitungen der Schleimhäute unterscheiden: 1. die Schleimhaut der Nase. Diese sendet Fortsetzungen in die 3 Nebenhöhlen der Nase, und durch den Thränenkanal und die Thränenröhrchen communicirt sie continuirlich mit der Conjunctiva palpebrarum et oculi, welche letzte so sicher, wie jede andere Schleimhaut, hierher gehört, da sie die Krankheiten der Schleimhäute, nämlich sowohl die chronischen Blennorrhoeen als die catarrhalischen Affectionen dieser Häute theilt, ja bei jedem heftigen Schnupfen im trocknen, wie im fliessenden Stadium mit afficirt wird, und weder in der serösen Absonderung, die am Auge von den Thränen, nicht von ihr kommt, noch in Hinsicht der sackartigen Bildung der serösen Häute mit diesen etwas gemein hat.

Die Schleimhaut des Mundes hängt im Rachen mit jener der Nase zusammen, schickt eine Fortsetzung in die Eustachische Trompete, welche als innere Haut der Trommelhöhle und des Trommelfells endigt. Sie schickt im Munde Fortsetzungen in die Ausführungsgänge der Speicheldrüsen; im Rachen theilt sie sich in zwei grosse Zweige als innere Haut der Luftwege und des Darmkanals. Jene dringt bis in die Luftzellen als das Häutchen derselben vor und endigt blind; diese kleidet den ganzen Darmkanal aus, und schickt Fortsätze in die Ausführungsgänge der Leber und des Pancreas. Bei den Vögeln hängt sie in der Kloake mit der Schleimhaut der Genitalien und Harnwerkzeuge zusammen. Die Schleimhaut der letzteren überzieht den ganzen Verlauf der Harnwerkzeuge von ihrer Mündung bis in die Calyces renales, dringt in die Geschlechtstheile als innere Haut bis in die Ausführungsgänge der Genitalien ein, bei dem Weibe grenzt sie merkwürdiger Weise an den Fimbrien der Trompeten an die seröse Haut der Unterleibshöhle. Bei den Fischen stehen alle Schleimhäute durch die schleimabsondernde Oberfläche der Haut in Verbindung. Alle diese Häute stehen in grosser sympathischer Verbindung unter sich, indem sich die Krankheiten dieser Häute, namentlich die Schleimflüsse und catarrhalischen Affectionen, leicht innerhalb dieses Gewebes ausbreiten. Durch diesen Consensus erkennt man an einem Theil dieser Häute die Beschaffenheit eines andern: aus der Beschaffenheit der Schleimhaut der Zunge die Beschaffenheit der Schleimhaut des Magens und Darmkanals. Vgl. den pag. 333 erläuterten, merkwürdigen sympathischen Zusammenhang aller Schleimhäute mit den Athembewegungen. Die Leichtigkeit, mit welcher durch Vermittelung der Nervensympathieen aus Reizungen der Schleimhäute convulsivische Bewegungen der zum respiratorischen System gehörigen Muskeln entstehen, wie

sie beim Husten, Niesen, Erbrechen, unwillkührlichen Trieb zum Stuhlgang und Harnlassen stattfinden, will ich hier nicht weiter untersuchen.

Die eigenthümlichen Krankheiten dieser Häute sind die Blennorrhoeen oder Schleimflüsse und die catarrhalischen Affectionen, welche sich von den ersteren dadurch unterscheiden, dass sie acut, heftig d. h. schnell steigend und abnehmend sind, und dass sie ein congestives, erstes und blennorrhoisches, zweites Stadium besitzen.

Die Absonderung des Schleims geschieht sowohl auf den der Schleimbälge ermangelnden Schleimhäuten der Kieferhöhle, Stirnbeinhöhle, Keilbeinhöhle und Trommelhöhle, als auf den mit Folliculis mucosis versehenen Schleimhäuten; daher die letzteren nicht die einzigen Quellen der Schleimabsonderung seyn können.

Die Schleimdrüsen sind übrigens blosse säckchenförmige Vertiefungen der Schleimhäute. In denjenigen Schleimhäuten, welche mit Epithelium bedeckt sind, wo also ausser dem Schleime noch eine andere Absonderung statt findet, scheint die Schleimabsonderung auf die Schleimdrüsen beschränkt zu seyn. Vgl. über das Epithelium pag. 363.

Der Schleim (*Mucus*) wird nur von Schleimhäuten gebildet und kömmt in anderen thierischen Theilen nicht vor. Dieser zum Schutz aller mit der Aussenwelt in Wechselwirkung stehenden inneren Theile bestimmte Stoff quillt im Wasser auf, ist aber im Wasser nicht löslich; in der Wärme gerinnt er nicht, vom Weingeist wird er aus seiner Zertheilung in Wasser niedergeschlagen, erhält aber ausgewaschen seine vorige Zertheilbarkeit im Wasser wieder. Uebrigens ist der Schleim nicht auf allen Schleimhäuten von gleicher Beschaffenheit; denn wie Berzelius fand, ist der Schleim der Gallenblase in Säuren ganz unlöslich, während der Schleim der Harnblase einigermaassen von verdünnten Säuren sowohl, als von verdünntem Alkali gelöst wird. Säuren lösen überhaupt sehr wenig vom Schleim auf. Nach Gmelin gerinnt der Darmschleim durch Säuren, selbst durch Essigsäure. Die Säure zieht nur sehr wenig aus und er wird selbst im Kochen von ihr nicht aufgelöst. Das Wenige, was von Säure aufgelöst worden oder was Wasser nach dem Abgiessen der Säure in der Digestion aus ihm auszog, wird von Galläpfelinfusion, aber nur selten von Cyaneisenkalium gefällt. Berzelius *Thierchemie* 138.

c. Aeussere Haut. Auf der äussern Haut finden sehr mannichfaltige Absonderungen statt, wovon jede von besondern Stellen des Hautorganes gebildet wird. Am allgemeinsten ist die Absonderung der Epidermis. Die Absonderung der Epidermis geschieht schichtweise von der obersten Schicht der Haut. Vgl. oben pag. 364. Die Epidermis selbst ist nach übereinstimmenden Beobachtungen nicht organisirt. Schultze fand zwar, dass nach Injection der Blutgefässe mit blossem Terpentinöl nicht allein die feinsten, sonst nicht sichtbaren Gefässe angefüllt werden, sondern dass auch die abgezogene Epidermis an ihrer innern Seite ein mit dem Mikroskop erkennbares deutliches Gefässnetz zeigt. Um die Injection auf das Weiteste zu treiben, hat Schultze

den Stumpf des injicirten unterbundenen Arms in heisses Wasser gethan. Dieser Gelehrte hatte die Güte, mir nicht allein das Gefässnetz der innern Seite der Epidermis an abgezogenen und getrockneten Stücken unter dem Mikroskop zu zeigen, sondern auch ein Stückchen dieser Epidermis mir mitgetheilt, woran ich den deutlichen Beweis dieser Gefässe in Händen habe. Es lässt sich aus dieser Beobachtung indess freilich nicht schliessen, dass die Epidermis selbst Gefässe enthalte; denn diese Schicht von Gefässen, an der innern Seite der Epidermis, kann sehr wohl mechanisch beim Ablösen der Epidermis von dem Stratum Malpighianum subepidermicum mit abgelöset seyn. Auch liesse sich erst an senkrechten Durchschnitten der Epidermis unter dem Mikroskop der Beweis führen: ob diese Gefässe bloss eine innere Schicht an der gefässlosen Epidermis selbst bilden, oder ob die Gefässe wirklich bis zu einiger Tiefe in die Substanz der Epidermis eindringen. Sie verhalten sich übrigens bei ihrer Verzweigung und netzförmigen Endigung gerade so wie Blutgefässe. Von den rothes Blut führenden Gefässen unterscheiden sie sich nach Schultze nur, dass sie einigemal dünner sind, als menschliche Blutkörperchen. Wäre diese Messung an nicht getrockneter Epidermis angestellt, so könnte sie den noch fehlenden Beweis leisten, dass es wirklich Ramuli serosi der Blutgefässe gebe. Siehe Mueller's *Archiv für Anat. und Physiol.* 1834. *p.* 30.

Die Absonderung der Haare findet in den Haarbälgen von den Haarkeimen statt. Die Bildung der die Haut einölenden Hautschmiere geschieht durch jene unzähligen, über die ganze Haut zerstreuten Folliculi sebacei, kleine, in der Dicke der Haut liegende Säckchen mit engerem Halse. Endlich findet die Absonderung des Schweisses wieder in eigenthümlichen kleinen, über die ganze Körperoberfläche verbreiteten Schläuchen statt, welche ihr Secretum durch feine Poren an der Epidermis ergiessen. Was die Folliculi sebacei und das seit langer Zeit streitige Verhältniss derselben zu den Haaren und Haarkeimen betrifft (siehe Eichhorn, Meckel's *Archiv* 1826), so haben hierüber die Untersuchungen von Wendt Aufschluss gegeben. Wendt *de epidermide humana. Diss. inaug. Vratisl.* 1833. Mueller's *Archiv für Anat. u. Physiol.* 1834. Heft 3. pag. 280.

Nach Wendt besteht die Epidermis aus Lamellen. Wendt hält das Stratum Malpighianum (*Rete Malpighii*) nicht für eine blosse, noch nicht erhärtete Lamelle der Epidermis; denn die Epidermis bestehe aus Lamellen, das Rete Malpighii aber aus Körnern. Nach Wendt kommen die Haare wirklich aus den Glandulis sebaceis, obgleich nicht alle Glandulae sebaceae Haare ausschicken. Der Bulbus der Haare sitzt in dem Boden der Glandula sebacea; er durchbohrt nicht die mit eingebogener Epidermis besetzte Wand der Glandula, sondern geht durch ihren Ausführungsgang selbst. Bei der Entstehung der Haare soll man ein Gefäss zu dem Boden jeder Drüse treten sehen, das in einen Punkt schwarzen Pigmentes endigt, welches durch Zuwachs von neuem Pigment in den Bulbus des Haars anwächst. Am interessantesten sind Purkinje's Beobachtungen über die Schweiss-

kanälchen. Die kleinen Poren auf den erhabenen Linien der Vola und Planta sind bekannt. Purkinje hat nun entdeckt, dass diese Oeffnungen in der Haut zu fadenförmigen Organen führen, welche durch das Stratum Malpighianum in die Haut selbst übergehen, einen spiralförmigen Verlauf haben und zuletzt in einen nicht mehr gewundenen, blindgeschlossenen, länglichen Balg sich endigen. An den Hautstellen mit dünner Epidermis sind diese Kanäle dünner und weniger gewunden, in der Vola manus dagegen machen sie gegen 6 bis 10 Windungen. Die Kanälchen machen übrigens schon in der Epidermis ihre meisten Windungen. Zu dieser Untersuchung wird ein Stück der Haut, am besten aus der Vola manus, durch Liquor kali carbonici erhärtet und in senkrechten Lamellen, die mit den Furchen der Vola parallel laufen, mit einem sehr scharfen Messer zerschnitten, darauf diese Durchschnitte mikroskopisch untersucht. Von dem Stratum Malpighianum an hören die Windungen auf; das Kanälchen tritt gerade in die Cutis ein, indem es allmählig anschwillt und mit einem rundlichen, geschlossenen Fundus endigt. Die Länge der Kanälchen beträgt kaum mehr als das Doppelte der Dicke der Epidermis der Vola oder Planta. Die Windungen sind in der linken Vola von rechts nach links, in der rechten umgekehrt. Später als Purkinje hat Breschet ähnliche Beobachtungen über die spiralförmigen Drüsen der Schweissabsonderung gemacht. *L' Institut.* 1834.

Man sieht aus dieser Zusammenstellung der in der Haut stattfindenden Absonderungen, dass für jedes auch nur punktförmige Vordringen eines Secretes in der Haut ein bestimmter, durch sackartige oder schlauchförmige Structur ausgezeichneter, Apparat nöthig ist und wenn sich die Vorstellungen der Alten über das Hervordringen des Schweisses aus den Schweissporen bestätigt haben, so darf man sich darunter keineswegs, wie jene sich dachten, ein Ergiessen des Schweisses aus offenen Fortsetzungen der Blutgefässe denken; vielmehr ist jeder Schweisspore nur das Ende eines blinden und in sich geschlossenen Schlauches, welcher sein Secretum, wie jede andere Drüse, auf seiner innern Oberfläche bildet. Ueber die chemische Zusammensetzung der Hautabsonderung siehe den folgenden Abschnitt IV. Cap. VIII. bei den Ausscheidungen.

3) *Drüsen.* Die Organe, welche man bisher Drüsen genannt hat, sind theils ohne Ausführungsgänge, theils absondernde und mit Ausführungsgängen begabte.

Die erste Reihe dieser Organe, oder der Drüsen ohne Ausführungsgänge, üben ihren plastischen Einfluss auf die in ihnen und durch sie circulirenden und in den allgemeinen Kreislauf zurückkehrenden Säfte aus, sie haben keine Beziehung auf ein Aeusseres, wie die absondernden Drüsen. Diese Organe bestehen daher auch fast nur aus Gefässbildung, sie sind Gefässknäuel, *Gefässknoten,* indem die in ihre Bildung eingehenden Gefässe des Kreislaufs sich im Parenchym derselben ins Unendliche zertheilen und aus dieser Zertheilung wieder in ausführende oder rückführende Gefässe des Kreislaufs sich sammeln.

Alle Drüsen dieser Art oder die Gefässknoten sind aber zweierlei:

I. *Blutgefässknoten, ganglia sanguineo-vasculosa.* Hierher gehören im Systema chylopoeticum die Milz, im Systema uropoeticum et genitale die Nebennieren, im Systema respiratorium die Schilddrüse und die Thymusdrüse, im Auge die glandula choriodalis der Fische, endlich die Placenta des Foetus.

Alle diese Organe sind blosse Blutgefässkuchen, sie können in ihrem Parenchym bloss die Beziehung und Einwirkung auf das sie in einer grossen Zertheilung durchkreisende Blut haben.

Sie sind aber bald

1. *vereinigte Ganglia sanguineo-vasculosa,* wie die Placenta, die Milz;
2. *vereinzelte,* wie die Cotyledonen und die mehrfachen Milzen.

II. *Lymphgefässknoten, Ganglia lymphatico-vasculosa.* Diese bestehen aus Verzweigungen der in sie eingehenden und aus ihnen herausführenden Lymphgefässe, deren innere Zertheilung zuletzt in lauter Netze und Zellen endigt. Siehe oben pag. 256.

Hieher gehören die Lymphdrüsen und Mesenterialdrüsen.

Auch diese können in ihrem Innern bloss die Beziehung auf die sie durchkreisende Lymphe oder den Chylus haben.

Sie sind ebenfalls bald

1. *vereinzelt,* wie gewöhnlich die Mesenterialdrüsen in grosser Anzahl;
2. *vereinigt,* wie das sogenannte Pancreas Asellii der Hunde, als eine Masse von Mesenterialdrüsen.

Alle diese Drüsen, die Blutgefässknoten und Lymphgefässknoten sind nicht der Gegenstand gegenwärtiger Untersuchung; sie sind von derselben gänzlich ausgeschlossen.

Eine zweite Classe der Drüsen hat nicht bloss die Beziehung auf das sie durchkreisende Fluidum, sondern auf ein Aeusseres, das die Producte der Metamorphose durch *Ausführungsgänge* aus der Sphäre des Kreislaufes in sich aufnimmt. Alle Drüsen dieser Ordnung müssen in Hinsicht ihrer innern Bildung vollständig zergliedert werden.

## *II. Capitel.* Von dem innern Bau der Drüsen.

Die Untersuchungen über den innern Bau der Drüsen sind durch des Malpighius *exercitationes de structura viscerum* 1665 eröffnet worden, welcher lehrte, dass die Elementartheile aller Drüsen, die sogenannten Acini desselben Baues seyen als die einfachen Bälge und conglomerirten Balgdrüsen, dass sie nämlich aus rundlichen Säckchen bestehen, welche von den feinsten Blutgefässen ihre Säfte erhalten, und diese in ihre Ausführungsgänge abgeben, wobei er sich auf den blinddarmähnlichen Bau einiger einfacher Drüsen, wie des pancreas des Schwertfisches, der Leber der Krebse und auf die Bildungsgeschichte der Leber bei dem Embryo stützte. Obgleich dieser Ansicht gute Anschauungen zum Grunde lagen, so hat sich doch Malpighi im Einzelnen geirrt, denn die eigent-

lichen Elementartheile der zusammengesetzten Drüsen blieben ihm unbekannt, und was derselbe als folliculi der Leber und anderer zusammengesetzter Drüsen beschrieb, sind nur Anhäufungen der zahlreichen, ihm unbekannt gebliebenen Elementartheile. Die Erschütterung, welche diese Lehre durch Ruysch seit 1696 erlitt, war daher unausbleiblich; denn durch die Ausbildung der feinern Injection der Blutgefässe wurde es Ruysch nicht schwer zu zeigen, dass in den folliculis der zusammengesetzten Drüsen noch eine ungemein zahlreiche Zertheilung der feineren Blutgefässe statt findet. Indessen ist Ruysch durch Ueberschätzung der der anatomischen Hülfsmittel und dessen, was ihm die Injection der Blutgefässe leistete, ohne hinreichende Gründe zu dem Schluss verleitet worden, dass die eigentliche Drüsensubstanz aus nichts als Blutgefässen bestehe, und dass die feineren Blutgefässe unmittelbar in die Anfänge der Ausführungsgänge der Drüsen übergehen. Ruysch's Lehre über den Bau der Drüsen bekam ein grosses Uebergewicht dadurch, dass Haller sich auf seine Seite neigte. Haller hat die alte Hypothese von den aushauchenden offenen Enden der Arterien erst recht befestigt. Er führt (*Element. Physiol. Lib. II.* §. 23.) fünf Arten dieser Endigung an in einen Ausführungsgang, ins Zellgewebe, in Höhlen, durch die Haut, in lymphatische Gefässe; in Wahrheit aber existiren alle diese Uebergänge nicht, denn wie die an so vielen durchsichtigen Theilen angestellten Untersuchungen über die Circulation, über die Bewegung des Bluts in den Capillargefässen, und die Beobachtungen an den fein injicirten Geweben aus allen Theilen des menschlichen Körpers lehren, giebt es in keinem Organe, in keiner Haut einen andern Uebergang der Arterien, als den netzförmigen Uebergang ihrer feinsten Zweige in die Venen. Haller und mehrere seiner Nachfolger haben für Ruysch's Hypothese auch den Uebergang der in die Blutgefässe injicirten Flüssigkeiten in die Ausführungsgänge der Drüsen und die Blutungen aus den absondernden Geweben angeführt. Was den ersten Grund betrifft, so lässt es sich zwar nicht läugnen, dass bei starken Injectionen der Pfortader zuweilen, wenn gleich selten, etwas in den ductus hepaticus übergeht, und dass in seltenen Fällen nach heftiger Injection der Nierenarterien etwas von der injicirten Flüssigkeit in dem Nierenbecken sich vorfindet. Allein die Untersuchung nach solchen Uebergängen zeigt gerade, dass eine Zerreissung statt gefunden haben muss; denn die feineren Zweige der ausführenden Kanäle finden sich in diesen Fällen nicht injicirt, was seyn müsste, wenn der Uebergang auf natürlichen Wegen durch die feinsten Zweige der Arterien in die feinsten Zweige der Ausführungsgänge geschehen wäre. So füllen sich auch, wie meine Untersuchungen bewiesen haben, nach Injection der Ausführungsgänge, z. B. der Leber, der Niere nur dann durch Extravasation die Blutgefässe, wenn die feineren Zweige der Ausführungsgänge nicht angefüllt sind. Dergleichen Uebergänge sehen sich daher ganz wie das Austreten feiner Injectionsmassen aus Schleimhäuten an, in welchen es doch erwiesener Maassen keine offenen Enden der Blutgefässe, sondern nur Capillargefäss-

netze giebt. Dasselbe gilt von den Blutungen, welche durch Extravasation erfolgen und die überdies in den Drüsen ganz ausserordentlich selten sind. Am auffallendsten schien der Uebergang feiner Injectionen aus den Nierenarterien in die Bellinischen Harnkanälchen; ja es wurden sogar die aus den Arterien injicirten gestreckten Gefässe der Marksubstanz der Nieren bei dem Vortrag der Anatomie zur Demonstration der Bellini'schen Röhren benutzt. Die genauere Untersuchung solcher Injectionen durch Huschke und mich hat indessen diesen Irrthum aufgedeckt und gezeigt, dass diese sogenannten Bellini'schen Röhren gar nicht die wahren Bellinischen Röhren sind, vielmehr nichts anders als langgestreckte, zwischen den Bellini'schen Röhren verlaufende, Arterien sind, welche gegen die Papille der Nieren hin, statt sich zu öffnen, wie die Bellinischen Röhren, vielmehr feiner werden und Capillargefässnetze um die Oeffnung der Harnkanälchen bilden.

Die Controverse über den Bau der Drüsen konnte auf den bisherigen Wegen, welche meist in Injectionen der Blutgefässe bestanden, nicht entschieden werden. Hierzu gehörten glückliche Injectionen der Absonderungskanälchen selbst von ihren Ausführungsgängen und eine durch alle Drüsen durchgeführte Untersuchung der Drüsen, über den feinsten Bau und die Wurzeln dieser Kanälchen. Die erste genauere Untersuchung dieser Art war von Ferrein über den Bau der Nieren (*Mém. de l'Acad. royale des Sc. de Paris* 1749), welcher die gewundenen Harnkanälchen der Rindensubstanz als die eigentliche Quelle der Harnabsonderung entdeckte, wovon weder Malpighi noch Ruysch eine Ahnung gehabt haben. Die Entdeckung dieser Kanäle, deren Anhäufung und Feinheit erst den Schein von festem Parenchym hervorbringt, liess eine grosse Aehnlichkeit zwischen diesen Kanälen der Rindensubstanz der Nieren und den Samenkanälchen einsehen, die sich von ihnen nur unterscheiden, dass sie mit blossen Augen sichtbar sind, die Samenkanälchen aber mussten immer für die Lehre von dem Bau der Drüsen von grosser Wichtigkeit seyn, weil sie uns eine entschiedene Selbstständigkeit der absondernden Kanäle zeigen, auf deren Wänden sich bloss die feinsten Blutgefässe verzweigen und in Capillargefässübergängen von den Arterien in die Venen übergehen. Schumlansky (*de structura renum. Argentorat.* 1788) hat diese Untersuchungen vervollkommnet; indessen hat er doch einen bedeutenden Irrthum in die feinere Anatomie der Nieren gebracht, dadurch, dass er die noch mit blossen Augen sichtbaren Malpighi'schen Körperchen in der Rindensubstanz der Nieren für die Quelle der Harnabsonderung hielt, und den Anfang der gewundenen, überall gleichförmig dicken und unverzweigten Rindenkanälchen der Nieren in diese Malpighi'schen Körperchen setzte und in seiner schematischen Abbildung sehr anschaulich machte, während doch nach neueren Untersuchungen diese runden Malpighi'schen Körperchen aus blossen kleinen Geflechten der Arterien bestehen, von ihnen überaus leicht sich füllen, niemals aber bei Injection der Harnkanälchen angefüllt werden, und überhaupt in keinem

Zusammenhange mit ihnen stehen. Mascagni und Cruikshank zeigten ferner, dass die Anfänge der absondernden Kanälchen in den Milchdrüsen zellenförmig sind; dasselbe hat E. H. Weber (Meckel's *Archiv.* 1827) von den Speicheldrüsen der Vögel und Säugethiere und von dem pancreas der Vögel gezeigt. Durch diese schönen Untersuchungen von Weber und durch die eben so trefflichen Beobachtungen von Huschke über den Bau der Nieren (*Isis* 1828 Heft 5 und 6) ist nun in der neuern Zeit der Anfang einer Arbeit gemacht worden, deren ganzem Umfang ich mich selbst weiter unterzogen habe, indem ich den Bau der feineren Drüsenkanälchen in allen Arten der absondernden Drüsen studirte. J. Mueller *De glandularum structura penitiori Lips.* 1830. Hierdurch ist nun zur Evidenz gebracht, dass die absondernden Kanälchen in allen Drüsen selbstständig sind, und dass, mögen sie nun gewunden, wie in der Rindensubstanz der Nieren und in den Hoden sich ausbreiten oder sich baumförmig verzweigen, wie in der Leber und den Speicheldrüsen, mögen sie reiserförmig blind wie in der Leber, oder in traubenförmigen Zellen blind wie in den Speicheldrüsen, in dem Pancreas und in den Milchdrüsen endigen, die Capillargefässe nur netzförmig auf ihren Wänden, und zwischen den Kanälchen sich ausbreiten, indem auch die feinsten Drüsenkanälchen, wie in der Leber, in den Nieren immer noch einigemal stärker sind, als die zartetesten Verästelungen der Arterien und Venen. So mannichfaltig nun die einzelnen Formen in der Anlage der Drüsenkanälchen sind, so haben doch alle absondernden Drüsen mit einander gemein, dass sie eine grosse absondernde Fläche in dem Innern der Schläuche, der gewundenen oder verzweigten Kanäle darstellen, und dass auf der Innern Fläche der Kanäle dasselbe, nur complicirter realisirt ist, was auf einer ebenen absondernden Haut statt findet, so dass die Natur in den drüsigen Organen durch die eigenthümliche Anordnung der zur chemischen Veränderung der Materie bestimmten Substanz überall nur eine grosse Fläche im kleinen Raum erzielt hat, ein Zweck den die Natur, wie man aus der folgenden Zusammenstellung der Thatsachen sieht, auf sehr mannichfache Weise erreicht hat.

Die einfachsten Drüsen sind kleinere oder grössere Vertiefungen einer Haut; zuweilen sind diese Vertiefungen sehr flach und entstehen durch blosse Einsenkungen, wie die einfachen Crypten der Schleimhäute, wie sie in fast allen Schleimhäuten vorkommen, in andern Fällen sind die Vertiefungen deutlicher und bilden Säckchen mit einem Hals (*Folliculi*), gleich wie die folliculi der Schleimhäute und die folliculi der äussern Haut. (Die Peyerschen Drüsen des Ileums dürfen nicht hieher gerechnet werden, wie in dem Abschnitte von der Verdauung gezeigt wird.) In andern Fällen dagegen bildet sich die Vertiefundg oder Ausstülpung zu einer Röhre aus, wie die Schleimkanäle unter der Haut der Fische. Im Allgemeinen kann man den Balg (*Folliculus*) und die Röhre (*Tubulus*) als die Elemente der Hauptmodificationen im Baue der Drüsen betrachten. Bei der weitern Ausbildung dieser einfachen Drüsen durch Flächenvermehrung kann man folgende

Formen unterscheiden. Das Säckchen ist entweder einfach oder enthält in seinem Innern zellige Vorsprünge oder treibt äusserlich kleine Zellen hervor, wie die Meibomischen Drüsen der Augenlieder. Dergleichen Säckchen und Röhren stehen oft in einer geselligen Verbindung dicht neben einander (*Folliculi aggregati*), bald reihenförmig oder linear, wie die Meibomischen Drüsen der Augenlieder oder haufenweise, wie in der Drüsenschicht im Drüsenmagen der Vögel. Bei dieser Aggregation bleiben die Oeffnungen der einzelnen Drüsen getrennt; die Natur erreicht aber denselben Zweck durch Zusammensetzung der folliculi zu einem Ganzen mit einfacher Ausmündung (*Folliculi compositi, conglomerati*) wie die Mandeln, die Glandulae labiales, buccales, die aus zusammengesetzten Blinddärmen bestehenden prostatischen Drüsen mehrerer Säugethiere. (J. Mueller a. a. O. Tab. 3.), die Milchdrüse des Schnabelthiers, das pancreas des Schwertfisches und Thunfisches. Denkt man sich diese Zusammensetzung weiter fortschreitend, so treiben die Bälge des Balgs kleinere folliculi hervor. Es entsteht eine hohle Verzweigung mit blinden, entweder reiserförmigen oder zellenförmigen Enden. Auch diese folliculi compositi können sich durch Aggregation neben einander zu einer grössern Drüsenmasse von mehreren oder vielen Ausführungsgängen verbinden, wovon man ein Beispiel in der prostata des Menschen hat, die aus einer Aggregation von einzelnen Drüschen besteht, deren jede gleichsam ein hohles Strauchwerk mit zellenförmigen Enden der Kanälchen darstellt. Durch fortgesetzte Vermehrung dieser Art entsteht nun eine zusammengesetzte Drüse; indessen bildet diese Art der Flächenvermehrung nur die eine Hauptform zusammengesetzter Drüsen; die zweite Hauptform bilden die zusammengesetzten Drüsen von röhriger Structur, in welchen die Verzweigung entweder fehlt oder sehr untergeordnet ist, die Vermehrung der Fläche vielmehr durch die Länge und die Windungen einfacher, in ihrem Durchmesser ziemlich gleichförmiger Kanäle erreicht wird.

1) *Zusammengesetzte Drüsen mit verzweigter Grundlage.* Es gehören hierher vorzüglich die Thränendrüse, die Milchdrüse, die Speicheldrüsen, das Pancreas und die Leber. Diese Drüsenart zerfällt wieder in zwei Gruppen, je nachdem die Verzweigung eine gewisse Regelmässigkeit beobachtet, wodurch der Hauptstamm von Stelle zu Stelle Seitenkanäle, die Seitenkanäle von Stelle zu Stelle Seitenkanäle zweiter Ordnung, und diese wieder Seitenkanäle der dritten Ordnung, wie bei den gelappten Drüsen ausschicken. Hierdurch entstehen Lappen der ersten, zweiten, dritten, vierten Ordnung, welche bloss locker durch Zellgewebe mit einander verbunden sind. Unter diese gelappten Drüsen mit regelmässiger Anordnung der Verzweigung gehören die Thränendrüse, die Milchdrüse, die Speicheldrüse und das Pancreas. Die kleinsten mit blossen Augen sichtbaren Theile dieser Drüsen sehen entweder körnig aus (*Acini*). Sie sind nichts anderes als traubenförmige Aggregate von sehr kleinen, nur mikroskopisch im angefüllten Zustande sich offenbarenden Zellen, die auf den feinsten Zweigelchen der Absonderungskanälchen traubenförmig auf-

sitzen, umwoben von Capillargefässnetzen. In anderen Fällen sind die feinen Kanäle als überaus feine blinde Röhrchen wie die Blättchen der Moose um die Zweige des Ausführungsganges in ihrer ganzen Länge desselben gestellt, wie in der Leber der Krebse und in der Thränendrüse der Schildkröten, wodurch auch wieder Lappen entstehen; oder die Endröhrchen eines kleinsten Lappens bilden, ohne ebenfalls in Bläschen überzugehen nur Büschel reiserförmiger Röhren, wie in den Cowper'schen Drüsen des Igels; a. a. O. Tab. 3., Fig. 8. 9.

Die zweite Gruppe hierher gehöriger Drüsen bilden diejenigen, bei welchen die Verzweigung unregelmässig baumförmig ist, und keine durchgreifende Lappenbildung entsteht. Es gehört hierher die Leber; die Büschel der feinsten Zweige der Gallenkanälchen bilden zwar auch Acini zusammen, allein diese Acini sind ohne durchgreifende Unterabtheilung von Läppchen, zu einem oder zu mehrern gemeinsamen Lappen verbunden.

Diese Verzweigung und auch das Eigenthümliche, dass die Canälchen zuletzt nicht in Zellen, sondern in vielfach verzweigte Reiserchen von mikroskopischer Feinheit endigen, die, in eine grosse Anzahl vereinigt, erst das ausmachen, was, mit nackten Augen angesehen, Acinus genannt wird, characterisirt die Leber der Wirbelthiere. Die Leber der Wirbellosen gehört häufig unter die erstere Gruppe der hier beschriebenen Drüsen. Wir werden den Bau der vorzüglichsten Drüsen dieser Classe, welche beim Menschen vorkommen, hier abhandeln.

A. *Thränendrüse.* Die Thränendrüse zeigt nach meinen Untersuchungen im Allgemeinen zwei Hauptformen in der Anordnung der Drüsenkanälchen: *a.* die bei den Schildkröten von mir gefundene; *b.* die bei den übrigen Wirbelthieren, Vögeln und Säugethieren stattfindende Structur. Bei den Schildkröten bildet die Drüse lauter keulenförmige Lappen, welche wie Aeste mit einander durch die in ihrem Inneren verlaufenden Ausführungsgänge verbunden sind. Im Innern dieser Keulen verläuft ein ziemlich gleichförmiger Kanal, in welchen unzählige, senkrecht auf ihn gestellte mikroskopische Büschel von Blinddärmchen (wie das Laub der Moose zu ihren Stengeln sich verhaltend) von 0,00194 p. Z. Dicke einmünden, so dass man sich diese scheinbar soliden Massen in einer federbuschartigen Zusammenstellung von Blinddärmchen denken muss, die mit den Enden sämmtlich gegen die Oberfläche gerichtet sind. J. Mueller *de glandularum structura. Tab. V. Fig.* 4. Bei den Vögeln und den Säugethieren sind die Drüsenkanälchen der Thränendrüse regelmässig verzweigt und endigen in jedem Acinus in einen Haufen von kleinen Zellen. Bei den Vögeln sind diese Zellen sehr gross, nämlich 0,00327 p. Z. Auch beim Pferde lassen sich, so wie bei den Vögeln, diese Zellen von den Ausführungsgängen mit Quecksilber füllen.

B. *Milchdrüse.* Die Milchdrüsen zeigen im Allgemeinen eine doppelte Structur; sie sind entweder aus Blinddärmen zusammengesetzt, wie die Milchdrüsen des Schnabelthiers, oder aus verzweigten Kanälen (*ductus lactiferi*), deren feinste Büschel traubenförmige, mikroskopisch sichtbare Cellulae lactiferae bilden. Die

erste Structur kennt man mit Sicherheit nur beim Schnabelthiere nach Meckel's Entdeckung. Diese verzweigten Blinddärme, welche sich in einer ebenen Stelle neben einander in grosser Anzahl öffnen, enthalten indess in ihrem Innern, wie Owen (*Philos. Transact.* 1832) gezeigt hat, eine etwas complicirtere Follicularstructur. Nach von Baer (Meckel's *Archiv* 1827 p. 569.) besteht auch die Milchdrüse der Cetaceen, die sich nicht mehrfach, sondern nur einfach ausmündet, aus Blinddärmen. Die Untersuchung einer Milchdrüse von Delphinus Phocaena, macht mich indessen glauben, dass die von Baer gesehenen Blinddärme nur die stärkeren Ductus lactiferi waren, und dass die Milchdrüse der Cetaceen vielleicht nicht viel weniger complicirt als bei den übrigen Säugethieren ist. Bei diesen öffnet sich die Milchdrüse bald einfach, wie bei den Wiederkäuern, bald durch mehrere Oeffnungen, wie bei den reissenden Thieren und dem Menschen, in die Warze, wo dann im letzteren Fall eigentlich eben so viel Drüsen zu einer gemeinsamen Milchdrüse verbunden sind. Die Structur dieser Drüsen lässt sich sehr schön durch die Anfüllung der Cellulae lactiferae mit Quecksilber zeigen. Siehe Mueller a. a. O. Tab. VI. Fig. 1—8. Beim säugenden Igel betragen die Cellulae lactiparae 0,00712—0,00928 p. Z.; beim säugenden Hunde betragen sie 0,00260 p. Z. Sie sind also 10 bis 35 mal so stark als die feinsten Capillargefässe des Menschen von 0,00025 p. Z.

C. *Speicheldrüsen.* Die Speicheldrüsen der Insecten sind, wie die Drüsen dieser Thiere überhaupt, lange röhrenförmige Schläuche mit blinden Enden. Bei den Mollusken habe ich sie von schwammiger und deutlich zelliger Structur gefunden. Siehe die Abbild. von Murex Tritonis Tab. XVII. Fig. 6. Bei den Fischen giebt es keine Speicheldrüsen; bei den Schlangen muss man die einfachen Speicheldrüsen von den ganz davon verschiedenen Giftdrüsen unterscheiden. Die einfachen Speicheldrüsen, welche theils an der Ober- und Unterlippe, theils unter der Zunge, theils wie die von mir gefundenen, neben der Nase liegen, sehen körnig aus und bestehen in ihrem Innern aus einer zelligen Structur (J. Mueller a. a. O. Tab. VI. Fig. 5.), so zwar, dass die Ober- und Unterlippendrüsen eigentlich aus einer linearen Aggregation vieler Drüsen mit vielen Oeffnungen bestehen. Die Giftdrüsen sind ganz anders gebaut. Sie bestehen in der Regel aus einer Reihe von Blättern, die auf dem Ausführungsgang aufsitzen, indem jedes wieder aus verzweigten Blinddärmchen besteht. (J. Mueller a. a. O. Tab. VI. Fig. 1.) Die Giftschlangen bilden übrigens drei Ordnungen: 1. Coluberartige (*Amphibola Müll.*) mit vorderen einfachen Zähnen im Oberkiefer und hinteren gefurchten Giftzähnen, wie Dipsas, Homalopsis, Dryophis. 2. Giftschlangen mit vorderen durchbohrten Giftzähnen, mit hinteren einfachen Zähnen im Oberkiefer (Trimeresurus, Bungarus Naja (?), Platurus, Hydrophis, Pelamis). 3. Giftschlangen mit blossen Giftzähnen im Oberkiefer, wie Trigonocephalus, Cophias, Vipera, Pelias, Crotalus. Bei den Vögeln sind die Submaxillardrüsen in Hinsicht ihres Baues von E. H. Weber und mir untersucht worden. Sie sind eine Aggregation von mehreren zusammengesetz-

ten Drüsen mit einzelnen Oeffnungen, wie bei den hühnerartigen Vögeln und Gänsen, grössere einfache Drüsen sind die Unterzungendrüsen der Spechte. Im erstern Falle besteht jede scheinbar körnige Drüse aus einem verzweigten Folliculus, dessen Wände mit Zellen besetzt sind; im letzteren Falle findet derselbe Bau, nur complicirter statt. J. Mueller a. a. O. Tab. VI. Fig. 6—8. Bei den Säugethieren zeigt sich eine Speicheldrüse bei ihrer ersten Entstehung nach Weber's und meinen Beobachtungen als ein einfacher, vom Mund ausgehender Kanal mit knospenförmigen Auswüchsen innerhalb eines gallertigen Keimstoffes, Blastema; a. a. O. Tab. VI. Fig. 9 und 10. Bei der weitern Ausbildung der Kanäle verzweigen sich die Kanäle auf Kosten des Keimstoffes immer weiter und in denselben hinein. Dieser Keimstoff zeigt sich bei diesen gelappten Drüsen bald lappig, und wird von der fortschreitenden Verzweigung zuletzt ganz absorbirt; a. a. O. Tab. VI. Fig. 11. 12. Schon bei dieser ersten Entstehung der Drüse zeigen sich also die Speichelkanäle als ein in sich geschlossenes und blind endigendes System; allein auch im erwachsenen Zustande lassen sich die Bläschen an den mikroskopischen Enden der feinsten Speichelkanälchen vom Ausführungsgang der Drüse aus mit Quecksilber anfüllen, wie E. H. Weber beim Menschen und ich bei dem Hunde gethan. Die kleinsten Zellen in der Parotis des Menschen messen mit Quecksilber gefüllt 0,0082 p. Z. Diese Zellchen verbinden sich zu Träubchen, welche 4 bis 7 mal grösser sind. Die Zellchen sind also ungefähr 3 mal und die Träubchen 12 mal grösser als die feinsten Blutgefässchen. Die kleinsten Lungenzellchen sind 5 bis 16 mal grösser als die Zellchen der Parotis. Beim Hunde fand ich die mit Quecksilber gefüllten Zellchen der Parotis 0,00176 p. Z. dick.

D. *Pancreas.* Gleichwie die erste Erscheinung der Milchdrüsen bei den Cetaceen in der Form von Blinddärmchen auftritt, so erscheint das Pancreas bei den Fischen zuerst in derselben Gestalt, als Appendices pyloricae, welche übrigens bei vielen Fischen fehlen. Diese Blinddärme sind bald einfach, bald mehrfach, und in seltneren Fällen verzweigt. Der Anfang dieser Verzweigung zeigt sich sehr einfach noch bei Polyodon folium, wo die Blinddärme sehr stark und kurz sind. In der Familie der Scomberoiden erreicht die Verzweigung in einigen Gattungen eine grosse Complication, wie z. B. bei Scomber Thynnus, wo 4 grosse Stämme der Blinddärme vom Dünndarm ausgehen, sich verzweigen und jeder Zweig zuletzt in ein quastförmiges Büschel von dünnen rohrenförmigen Blinddärmen übergeht. (J. Mueller, a. a. O. Tab. VII. Fig. 4. 5.) Beim Schwertfisch findet derselbe Bau statt, nur sind die Blinddärme nicht rohrenförmig, sondern kurz und dick. Beim Stör stellen die Blinddärme, indem sie untereinander durch Zellgewebe verbunden sind, eine grosse schwammig-zellige Masse dar; a. a. O. Tab. VII. Fig. 6. Die Entwikkelungsgeschichte des Pancreas zeigt bei Froschlarven einen ähnlichen Fortschritt, wie bei der Entwickelung der Speicheldrüsen der Säugethiere. Bei den Vögeln lässt sich indess, selbst im erwachsenen Zustande, das Pancreas ganz bis in die zellenförmigen

Enden der Ductuli pancreatici mit Quecksilber injiciren; wie E. H. Weber und ich gethan. J. Mueller a. a. O. Tab. XVII. Fig. 3—5. Diese Zellchen messen 0,00137 bis 0,00297 p. Z., sind also 6—12 mal grösser als die feinsten Blutgefässe.

E. *Leber*. Ohne mich hier über die von Einigen angenommene Aehnlichkeit der Malpighi'schen Gefässe der Insecten mit Gallenorganen zu verbreiten, wovon im IV. Capitel bei der Verdauung und Gallenabsonderung das Nähere, will ich bloss erwähnen, dass die Gallenorgane der Spinnen Träubchen von Bläschen darstellen, welche durch Ausführungsgänge in den Darmkanal ausmünden. Dieser Gänge sind beim Scorpion 5 Paar. J. Mueller a. a. O. Tab. VIII. Fig. 8. Bei den Crustaceen, namentlich bei den eigentlichen Krebsen, besteht die Leber aus grossen Büscheln fingerförmig-verbundener Blinddärmchen, deren Hauptausführungsgang auf jeder Seite in den Darmkanal ausmündet; a. a. O. Tab. VIII. Fig. 11. vom Flusskrebs. Fig. 12. vom Pagurus striatus. Dagegen andere Krebse, wie die Gattungen Palaemon, Penaeus und Crangon, eine traubenförmige Bildung der Leber besitzen und die Leberlappen der Squillen schwammigzellige Massen bilden; a. a. O. Tab. IX. Rathke hat gezeigt, dass die aus Blinddärmchen zusammengesetzte Leber des Flusskrebses beim Embryo als eine Ausstülpung der Darmwände nach Aussen entsteht. Bei den Mollusken gleicht die Leber schon sehr ihrem Ansehen bei höheren Thieren. Mit Galle angefüllt scheint sie auf den ersten Blick von körniger Structur zu seyn; sie lässt sich aber, wie ich gezeigt habe, durch Aufblasen der Ausführungsgänge leicht als eine hohle Traube darstellen. Bei einigen grössern Schnecken, wie Murex Tritonis, ist die zellige Bildung so auffallend und die Zellen sind so gross, dass die Leber beim Durchschnitt dem blossen Auge als eine durchaus schwammige Masse erscheint; a. a. O. Tab. X. Fig. 4. Die Untersuchung der Leber der Wirbelthiere bietet ausserordentlich viele Schwierigkeiten dar und nur die Entwickelungsgeschichte giebt vollständige Aufschlüsse über den Bau der feinsten Elementartheile dieses Organes. Eine gute Injection der Gallenkanälchen ist ungemein schwierig, während die Injection der Blutgefässe der Leber durchgängig sehr leicht gelingt.

Rolando's, Baer's und meine eigenen Beobachtungen haben es ausser Zweifel gesetzt, dass die Leber zuerst als eine Ausstülpung der Darmwände bei dem Vogelembryo entsteht, eine Bildung, welche die Leber in der ersten Entstehung mit der Lunge und dem Pancreas gemein hat. Nach v. Baer erscheint die Leber bei dem Vogelembryo um die Mitte des dritten Tags der Bebrütung als zwei kegelförmige hohle Schenkel des Speisekanals, welche den gemeinschaftlichen Venenstamm umfassen. Bald verlängern sich diese Kegel, indem sie Gefässverzweigungen vor sich hertreiben, während sich die Basis allmählig verengt und die Gestalt eines cylinderförmigen Ausführungsganges annimmt. Die Leber entsteht also zuerst als eine doppelte hohle Ausstülpung der Darmwand in die Gefässschicht nach Aussen. Diese hohlen Kegel verzweigen sich im Innern, vereinigen sich aber

an der Basis, indem die beiden hohlen Kegel bei ihrer Verlängerung von der Darmwand immer mehr an sich ziehen, bis sie den zwischen sich befindlichen Theil ganz in sich aufgenommen haben, so dass nun diese beiden Mündungen in eine einzige zusammengeflossen sind. v. Baer in Burdach's Physiologie, Bd. II. pag. 504. Die Gallenblase bildet sich als ein Divertikel des Ausführungsganges. Nach meinen Beobachtungen hat der ausgestülpte hohle Theil der Darmwand anfangs, nämlich am 4. Tage, fast dieselbe Dicke als die übrige Darmwand; bald aber wird dieser Theil viel dicker, während er im Innern immer noch eine Höhle enthält. Diese Höhle nimmt bei der weitern Ausbildung der Gallenkanäle ab, während sich in der Dicke der Lebersubstanz verzweigte Figuren und blinddarmförmige Körnchen ausbilden, welche letztere indessen nicht deutlich hohl scheinen. Die Ductus biliferi bilden sich daher durch fortgesetzte Ausstülpung nicht, sondern durch weitere Organisation des hervorgetriebenen Theils der Darmwände. Siehe die Abbild. bei J. Mueller a. a. O. Tab. IX. Fig. 1—3., Tab. XI. Fig. 1—4. Was die spätere Ausbildung und Verzweigung der Gallengänge betrifft, so haben darüber schon Harvey und Malpighi Aufschlüsse gegeben. Harvey *Exercitt. de generatione animalium.* 19; Malpighi *de format. pulli.* 61. Der Erstere sah die Lebersubstanz als einen sprossenförmigen Auswuchs der Blutgefässe; Malpighi sah die Leber am 6., 7. und 9. Tage aus Blinddärmchen bestehend. Dieser anfängliche Bau der Leber ist von mir durch fortgesetzte mikroskopische Untersuchungen weiter verfolgt worden. Es zeigen sich nämlich auf der Oberfläche der Leber bei mikroskopischer Untersuchung lauter Blinddärmchen oder kurze Reiserchen von gelblich weisser Farbe, die aus der sonst blutrothen Substanz in unzähliger Menge dicht neben einander hervorsehen. Bei älteren Embryonen sieht man diese Reiserchen auf der Oberfläche der blutrothen Leber noch weiter zerästelt, so dass die Büschel der Reiserchen die Form von Federchen annehmen, oder auch wohl kleine Sträusschen bilden. J. Mueller a. a. O. Tab. XI. Fig. 4—9. Diese Elementartheilchen betragen gegen 0,00172 p. Z. Beim Kaninchen ist mir die feinere Injection der Gallenkanälchen aus dem Ductus hepaticus mit Leim und Zinnober einigemal gelungen, wobei die Leber über und über roth wurde. Die kleinen Acini der Leber zeigten sich hierbei als vielfach zerästelte Zertheilungen der Gallenkanälchen, so zwar, dass die Kanälchen in dichten Haufen, welche die Acini bildeten, aus der Tiefe kommend, nach der Peripherie aus einander fuhren, sich auch noch reiserförmig theilten, ohne weiter dünner zu werden. Diese Zweigelchen, welche man nur mühsam bei mikroskopischen Untersuchungen der injicirten Leber erkennt, liegen so dicht, dass dadurch ein Anschein von Verbindung entsteht; die Kanälchen haben einen Durchmesser von 0,00108—0,00117 p. Z., sie sind also stärker als die Capillargefässe. Merkwürdig ist, was die Leber von den Speicheldrüsen unterscheidet, dass die Enden der Gallenkanälchen beim Embryo reiserförmig blind aufhören, wie die Entwickelungsgeschichte erweist, ohne dass man in der spätern Zeit

der Entwickelung knopf- oder bläschenförmige Anschwellungen an diesen Reiserchen sieht. In seltenen Fällen gelingt die Maceration der Leber in schlechtem Weingeist so, dass sie ganz in ihre Acini zerfällt, welche dann bloss noch unter sich ästig zusammen hängen. So besitzt das anatomische Museum zu Berlin eine durch die Maceration in lauter Büschel von Acini analysirte Leber eines Eisbären. Die feineren Stämmchen der Gallenkanälchen sind nicht mehr erkennbar, oder liegen vielleicht im Innern der Büschel der Lebersubstanz. Die Büschel der Lebersubstanz hängen aber an den Zweigen der Lebervenen, welche in das Innere von jedem Aestchen der Lebersubstanz ein Zweigelchen hineinschicken. Die an den Zweigelchen der Lebervenen sitzenden Stämmchen der verzweigten Lebersubstanz von $\frac{1}{4}$ Lin. Dicke, verzweigen sich, ohne an Dicke zu verlieren, weiter, und endigen zuletzt unmerklich in dickere, nämlich $\frac{1}{2}$ Linie dicke, 2—3 Linien lange Körperchen welche hier und da stumpfe Fortsätze ausschicken. Die zarten Gallenkanälchen an dieser Substanz lassen sich nicht mehr erkennen. Merkwürdig ist, dass nicht die Pfortaderzweige sondern die Lebervenenzweige von der acinösen Substanz, wie der Stengel vom Laub der Moose, bekleidet sind. An denjenigen Theilen der Leber, wo die Theile noch durch Zellgewebe verbunden sind, sieht man, dass die Enden dieser ästigen Lebersubstanz eigentlich das sind, was man auf der Oberfläche der Leber die Acini nennt. Diese ästigen Cylinderchen bestehen also selbst wieder aus den vorher nach Injectionen und nach der Entwickelungsgeschichte beschriebenen viel feineren Gallenkanälchen. Was die von mehreren Schriftstellern, wie Autenrieth, Bichat, Cloquet, Mappes und Meckel, angenommene doppelte Substanz in der Leber betrifft, welche sich wie Mark und Rinde an den Acinis durch die ganze Leber vertheilen soll, so reducirt sich diess nach meinen Untersuchungen auf das Factum, dass die ästigen Zertheilungen der Lebersubstanz und der Acini überall von einem oft dunkeln gefässreichen Zellgewebe unter einander verbunden sind, wogegen die gelblichen Anhäufungen der Gallenkanälchen abstechen, ein Verhältniss, was durch die Entwickelungsgeschichte evident wird, indem man beim Vogelembryo die gelblichen Reiserchen der Gallenkanälchen auf der Oberfläche der Leber aus einem röthlichen Gefässgewebe hervorkommen sieht.

Was die Vertheilung der Blutgefässe in der Leber betrifft, so ist es bekannt, dass sich von Injection der Leberarterie und der Pfortader dieselben Capillargefässnetze anfüllen, mit welchen wieder die Anfänge der Lebervenen in Verbindung stehen. In den Capillargefässnetzen der Leber scheint daher eine Vermischung des hellrothen Blutes der Leberarterie und des dunkelrothen Blutes der Pfortader statt zu finden, und aus beiden geschieht vielleicht die Absonderung der Galle. Die feinsten Capillargefässe sind, wie ich schon bemerkt habe, feiner als die mikroskopischen Reiserchen der Gallenkanälchen. Diese Netze verlaufen überall zwischen den Reiserchen der Kanälchen, umspinnen sie, stehen aber mit ihnen in keinem unmittelbaren Zusammenhange; denn bei dem Vogelem-

bryo sieht man mit Hülfe des Mikroskops auf der Oberfläche der Leber die reiserförmigen Endigungen der Gallenkanälchen und dasselbe lässt sich mit Erfolg an der Leber der Froschlarven beobachten. Siehe J. Mueller a. a. O. Tab. X. Fig. 12. Bei der Salamanderlarve lässt sich sogar die Bewegung des Bluts zwischen den Acinis der Leber mit dem Mikroskop beobachten (a. a. O. Tab. X. Fig. 10.), wo die Blutkörperchen sich zwischen den Theilchen der Lebersubstanz deutlich durchwinden, um aus den zuführenden Gefässen in die abführenden zu gelangen. Ueber das Pfortadersystem der Thiere siehe oben pag. 160.

Durch Kiernan's sehr schätzbare Untersuchungen hat die Anatomie der Leber weitere Fortschritte gemacht. *Philosoph. Transact.* 1833. *p.* 2. *pag.* 711. Kiernan beschreibt die kleinen Körnchen (*Lobules*) der Leber, welche Andere Acini nennen, als blattförmige aber nicht platte Körper, welche mehrere stumpfe Fortsätze ausschicken, ähnlich denjenigen, die wir oben von der macerirten Leber des Eisbären beschrieben haben. Im Innren eines jeden kleinen Läppchens läuft ein Centralcanälchen (*Venula intralobularis*), ein Zweig der Lebervene, welche das Blut aus dem Capillargefässnetz des Läppchens zurückführt; diese Venulae intralobulares gehen von den Aesten der Lebervenen aus, welche an diesen Stellen in ihren Wänden wie durchlöchert sind, indem die Läppchen auf der Oberfläche der Wände der Lebervenenzweige aufsitzen, so dass diese so gruppirten Läppchen einen Canal bilden, in welchem der Lebervenenzweig liegt. Diese Canäle sind also durch die Basen aller Läppchen gebildet. Die äussere Oberfläche jedes Läppchens dagegen ist von einer Zellgewebescheide, Capsel, Fortsetzung der Capsula Glissonii umgeben, und in diesem Zellgewebe, welches wieder die Läppchen von einander sondert, verbreiten sich die Zweigelchen der Arterie und die Zweigelchen der Pfortader, welche (Venae interlobulares) durch die Capillargefässnetze des Läppchens in die Vena intralobularis, oder den Anfang eines Lebervenenzweiges übergehen. Je nachdem entweder in den Venis interlobular. von der Pfortader her eine Blutanhäufung oder in den Venis intralobular. von den Lebervenen her eine Blutanhäufung stattfindet, scheint entweder die Mitte der gelben Läppchen blässer, oder der Umfang blässer, und daher der Irrthum von zwei Substanzen an den Läppchen, welche Kiernan so wie ich aus einer einfachen Substanz gebildet fand.

Das Zellgewebe der Capsula Glissonii geht von der Leberpforte als gemeinschaftliche Scheide der Leberarterie, der Pfortader und des Gallenganges weiter ins Innere der Leber ein, umfasst immer wieder die neben einander liegenden Zweige dieser Gefässe und endigt zuletzt in dem Interlobularzellgewebe. Der Verzweigung der Lebervenen bleiben diese Scheiden ganz fremd.

Die Leberarterie verzweigt sich nach Kiernan vorzugsweise und grösstentheils auf den Wänden der Gallenblase, der Gallengänge und der andern Blutgefässe, indem sie die Vasa vasorum derselben bildet. Aus den Netzen der Arterienzweigelchen geht das Blut nach Kiernan in Zweige der Pfortader über und von dort aus in die Lebervenen; denn durch feine Injectionen der

Leberarterie wurde die Pfortader wohl, nicht aber die Lebervenen gefüllt. Als er mit blauer Masse zuerst die Pfortader und dann mit rother die Leberarterie gefüllt hatte, wurden Zweige von beiden Gefässen in den Häuten der Gefässe, der Gallengänge und der Gallenblase gefunden; die Läppchen der Leber waren blau gefärbt und die rothe Masse erschien nur punktweise im Umfang derselben. Kiernan nimmt daher an, dass diejenigen Zweige der Leberarterie, welche bis zu den Läppchen gelangen, in die venösen Plexus der Pfortader übergehen und dass das Blut von dort erst in die Anfänge der Lebervenen gelangt. Diese Ansicht, welche jener widerspricht, dass alles Blut der Leberarterie sowohl als der Pfortader in dieselben Capillargefässe gelange, ist indess noch nicht hinreichend erwiesen und die Lieberkuehn'schen Injectionen widersprechen ihr, indem hier die Capillargefässnetze öfter so leicht von dem einen als von dem andern Gefäss aus sich injicirt zeigen.

Von der letzten Verzweigung der Gallenkanälchen sagt Kiernan Folgendes. Da wo die feineren Zweige zwischen den Läppchen liegen, theilen sie sich durch Verzweigung, diese Zweige anastomosiren endlich mit einander und bilden zuletzt einen von den Blutgefässen unabhängigen Plexus, welcher die eigentliche Substanz des Läppchens ausmacht. *Philos. transact.* 1833. *p.* 2. *Tab.* 23. *Fig.* 3. An den von mir injicirten Gallencanälchen habe ich über die Existenz dieser Verbindungen nicht sicher werden können. Die Canälchen sahen mehr wie in den mannigfaltigsten Richtungen durch einander liegende kurze Rispen aus, und die Entwickelungsgeschichte widerspricht dieser Ansicht, indem man beim Hühnchen und bei den Froschlarven auf der Oberfläche der Leber mit dem Mikroskop offenbar Reiserchen sieht. Kiernan erklärt sich diess Ansehen beim Fötus auf eine andere Art, nämlich als gelbe Zwischenstellen zwischen den Radiationen der Venen. Diese Erklärung würde dieser treffliche Forscher indess wohl nicht aufgestellt haben, wenn er selbst mikroskopische Untersuchungen über die Gallencanälchen bei Vogelembryonen und Froschembryonen angestellt hätte. Dass die Gallencanälchen beim Embryo reiserförmige kurze Endigungen an der Oberfläche der Leber bei mikroskopischer Untersuchung sehen lassen, ist nach meinen zahlreichen Beobachtungen nicht zu bezweifeln; ob die Acini beim Erwachsenen auch aus einer Anhäufung nicht anastomosirender Körper oder aus Plexus von Canälchen bestehen, wie Kiernan behauptet, ist noch nicht entschieden und schwer zu entscheiden, da auch die gut injicirten Canälchen der Acini, wenn ihre durch einander fahrenden Zweigelchen dicht gehäuft sind, den Anschein von Plexus annehmen können, zuweilen aber auch Plexus für Gallencanälchen gehalten werden können, welche nichts anders sind als durch Extravasation aus den Gallengängen angefüllte Venennetze oder Capillargefässnetze.

2. *Drüsen mit röhrigem Baue.* Hierher gehören die Nieren und die Hoden. Bei dieser Art drüsiger Organe wird die Vergrösserung der Fläche durch Kanäle von ausserordentlicher Länge realisirt, welche mehrentheils gewunden sind, während die Ver-

zweigung entweder fehlt oder ganz untergeordnet ist und die Kanäle in dem grössten Theile ihres Verlaufs einen gleichen Durchmesser behalten.

F. *Nieren.* Die Nieren der niederen Wirbelthiere, wie der Fische und Amphibien, zeigen noch keinen deutlichen Unterschied von Substantia medullaris und corticalis. Das ganze Gewebe der Nieren der Fische besteht aus lauter gewundenen Kanälchen (*ductus uriniferi*), welche durchgängig denselben Durchmesser behalten und sich zuletzt wahrscheinlich blind endigen, während sich ihre anderen Enden in den Harnleiter ergiessen. J. Mueller a. a. O. Tab. XII. Fig. 1—4.

Die Harnkanälchen in der Niere der Frösche gehen, wie die Federfahne von dem Federschaft, nach einer Seite hin ab. Sie sind in ihrem Verlaufe theils gerade, theils gewunden, verändern ihren Durchmesser nicht und endigen zuletzt blind an dem entgegengesetzten Rande der Niere. J. Mueller a. a. O. Tab. XII. Fig. 11. Bei den Schlangen, wo die Nieren an dem, am äussern Rande derselben verlaufenden, Harnleiter, eine Reihe von Lappen bilden, schickt der Harnleiter von Stelle zu Stelle ein Stämmchen in die Concavität der Lappen ab, welches sich alsbald büschelförmig verzweigt. Diese Büschel gehen dann in die eigentlichen Harnkanälchen über, welche in mannichfaltigen Windungen das eigentliche Parenchym der Nieren ausmachen. Am Ende scheinen die Harnkanälchen etwas angeschwollen und blind. Mit Quecksilber gefüllt haben diese Harnkanälchen einen Durchmesser von 0,00322 p. Z. Die Nieren der Schildkröten gleichen in der Bildung der Harnkanälchen, deren Enden gefiedert sind, ganz denen der Vögel. Ueber das eigenthümliche System von zuführenden Venen in den Nieren der Fische und Amphibien, siehe pag. 160 dieses Handbuchs.

Die Nieren der Vögel, welche aus mehreren ganz getrennten, nur durch die Aeste des Harnleiters verbundenen Lappen bestehen, gleichen schon den Nieren der Säugethiere darin, dass in ihnen Pyramiden enthalten sind, welche die Harnkanälchen in kleine Warzen sammeln, wovon jede in einen Ast des Harnleiters eingesenkt ist. Auf der Oberfläche der Nieren bemerkt man kleine Windungen, wie auf der Oberfläche des Gehirns oder wie die an einander liegenden Ränder eines sehr gekräuselten Blattes. Diese Windungen entstehen durch die schichtweise Ausbreitung der zur Oberfläche auftauchenden Harnkanälchen. In diesen Windungen liegen die Harnkanälchen parallel neben einander; man kann sich diese Anordnung so vorstellen, wie wenn ein Tuch nach einer Seite hin in die Spitze einer Pyramide zusammengefasst wird, während das andere Ende des Tuchs wie eine Gardine oder eine Halskrause in gekräuselte Falten gelegt ist. Bei der ersten Entstehung der Niere sieht man diese Bildung noch deutlicher, indem die aus der Tiefe aufstrebenden Schichten der Harnkanälchen sich in gekräuselten Figuren auf der Oberfläche der Niere neben einander legen und den Falten einer Krause in der That sehr ähnlich sehen; a. a. O. Tab. XIII. Fig. 4. 5. 6. Beim erwachsenen Vogel, wo sich die Harnkanäl-

chen mit Hülfe der Luftpumpe durch Leim und Zinnober injiciren lassen, liegen die Enden der Harnkanälchen auf der Oberfläche der Nieren in wunderschöner Anordnung neben einander. Jedes dieser Kanälchen treibt federförmig kleine Zweige nach den Seiten aus, so dass jedes Harnkanälchen einem Federchen, oder auch der Verzweigung des Hirschgeweihes ähnlich sieht. Siehe Tab. XIII. Fig. 7. 9. 13.

Huschke's und meine Beobachtungen haben dieses Verhalten ermittelt. Nach neuen Beobachtungen, die ich an ausserordentlich schönen Injectionen vom Prof. Retzius in Stockholm angestellt habe, setzen sich die Seitenzweigelchen noch weiter in die Tiefe fort, wo sie keine Aeste weiter abgeben und allmählig kaum etwas feiner werden. Wie sie zuletzt endigen, weiss ich nicht gewiss; wie es scheint, bilden sie Schlingen. Die Harnkanälchen haben auf der Oberfläche der Nieren der Eule einen Durchmesser von 0,00174 p. Z. Vergleiche über den Bau der Vogelnieren Huschke *Isis* 1828. pag. 565.

Bei dem Embryo der Säugethiere und des Menschen besteht die Niere aus mehreren ganz abgesonderten Lappen (*Renculi*), welche bloss durch die Zweige des Nierenbeckens zusammenhängen. Dieser Renculi sind so viele, als die Niere später Pyramiden hat. Bekanntlich bleiben diese Renculi in grosser Anzahl bei mehreren Thieren durchs ganze Leben getrennt, wie beim Bären, der Fischotter und den Cetaceen. Sowohl bei diesen Thieren, als bei dem Fötus der übrigen Säugethiere und des Menschen besteht jeder Renculus aus der pyramidalischen Marksubstanz und der wie eine Mütze um die abgerundete Basis derselben herumgeschlagenen Corticalsubstanz, welche die Medullarsubstanz, also bis auf die Papille des Renculus umgiebt. Nachdem diese Renculi unter einander verwachsen sind, setzt sich also nothwendig die Corticalsubstanz der Nieren zwischen die Pyramiden bis gegen die Papillen hin fort. In der Marksubstanz verlaufen die Harnkanälchen bekanntlich gestreckt; von der Basis bis gegen die Papille hin, verbinden sie sich von Stelle zu Stelle, je zwei mit einander, wie die Zinken einer Gabel. Sie werden gegen die Papille hin beim Pferde unbedeutend, beim Menschen, nach Weber, nicht einmal weiter und öffnen sich in den Löcherchen der Papillen. Gegen die Corticalsubstanz hin fahren die Harnkanälchen aus den Bündeln (*Ferrein'sche Pyramiden*), welche die Malpighi'schen Pyramiden zusammensetzen, nach allen Richtungen auseinander. Nur eine kleine Strecke setzen sich die Büschel der gestreckten Kanälchen in die Corticalsubstanz fort, indem diese Büschel von Harnkanälchen von aussen nach innen immer mehr Harnkanälchen, gewunden in die Rindensubstanz, abweichen lassen. Siehe J. Mueller a. a. O. Tab. XIV. Fig. 4. vom Eichhörnchen. Die ganze Rindensubstanz besteht aus lauter Windungen von Harnkanälchen, die ihren Durchmesser nun nicht weiter verändern. Bei dem Pferd ist die Rindensubstanz dünn und die Zahl der gewundenen Kanäle daher viel geringer. Die Enden der gewundenen Harnkanälchen aufzufinden ist ungemein schwierig. Nach meinen Beobachtungen

an den Nieren des Eichhörnchens theilen sich zuletzt die Kanälchen mehrfach, und hören mit nicht oder kaum angeschwollenen Enden auf. WEBER fand beim Menschen bei mikroskopischen Untersuchungen keine Enden der Harnkanälchen, sondern nur Schleifen. Beim Pferde habe ich durch Injectionen der Harnkanälchen vom Ureter aus mittelst der Luftpumpe ganz deutlich ermittelt, dass diese Kanäle vielfach unter einander anastomosiren. Tab. XV. Fig. 2. Hiernach verhalten sich also die gewundenen Harnkanälchen durch ihre Anastomosen gerade so, wie die gewundenen Samenkanälchen. Um diese Kanälchen der Rinde zu injiciren, muss man sich der Hülfe der Luftpumpe bedienen, indem die äussere Oberfläche der Niere dem luftleeren Raum ausgesetzt ist, und die Injectionsmasse durch den Druck der äussern Luft aus dem Ureter in die Harnkanälchen bis auf die Oberfläche der Nieren hineingetrieben wird. Diese Injectionsart, welche zu diesem Zweck HUSCHKE zuerst angewendet hat, gelingt nur bei dem Pferde vorzüglich. Was den Durchmesser der Harnkanälchen betrifft, so betragen sie in der Rinde der Nieren des Eichhörnchens 0,00149 p. Z.; sind also ungefähr 3 bis 6 mal so dick, als die feinsten Blutgefässe. Auf der Oberfläche der Nieren des Pferdes betragen die Harnkanälchen im injicirten Zustand 0,00137 bis 0,00182; in der Medullarsubstanz betragen sie gegen die Mitte derselben schon beträchtlich mehr, nämlich 0,00489 und gegen die Papillen hin 0,01305 p. Z. Nach E. H. WEBER nehmen diese Kanäle von ihren Windungen in der Rinde gegen das Mark und von dort bis an die Papillen beim Menschen gar nicht einmal an Umfang zu. In der Rindensubstanz betragen sie nach ihm 0,00180 p. Z. Durchmesser, in den Pyramiden 0,00160 p. Z., an der Papille 0,00100 p. Z.

Von ganz besonderem Interesse ist das Verhältniss der Blutgefässe zu der Nierensubstanz. In der Rinde der Nieren bilden die Blutgefässe die gewöhnlichen Capillargefässnetze, welche ausserordentlich dicht sind, so dass der Durchmesser nur einige mal kleiner ist, als ihre Zwischenräume; sie betragen hier nach meinen Ausmessungen 0,00037 bis 0,00058 p. Z. Durchmesser. In der Rinde zwischen den Harnkanälchen liegen die Malpighi'schen Körperchen, grösser als die Harnkanälchen und eben noch mit blossen Augen erkennbar; sie sind von SCHUMLANSKY viel zu klein abgebildet. Sie messen nach meinen Beobachtungen 0,00700; nach E. H. WEBER 0,00666 bis 0,00883 p. Z. Diese Korperchen liegen in bläschenförmigen Aushöhlungen des Zellgewebes zwischen den Harnkanälchen und bestehen ganz aus Windungen von Blutgefässen. Siehe Tab. XIV. Fig. 8. 9. Merkwürdiger Weise kommen sie auch in den Nieren der mehrsten, vielleicht aller Wirbelthiere vor; sie sind bei den Fröschen, Kröten, Salamandern, Schildkröten, Vögeln, Säugethieren und Menschen aufgefunden. SCHUMLANSKY hatte die Hypothese eingeführt, dass diese Glomeruli die Quelle der Harnabsonderung seyen, indem aus ihnen die Harnkanälchen entsprängen. Diess hat sich bei näherer Untersuchung als unrichtig gezeigt, wie sich aus HUSCHKE's und meinen Beobachtungen ergiebt. Denn die Glomeruli seu cor-

pora Malpighiana lassen sich nur von den Arterien aus injieiren, werden aber nie nach Injectionen der Harnkanälchen angefüllt. Huschke hat überdiess beim Salamander beobachtet, dass das Blutgefässchen, welches in sie hineintritt, nach vielen Windungen wieder aus denselben herausgeht. Tiedemann *Zeitschrift für Physiol.* 4. Tab. 6. Fig. 8. Sie werden übrigens eben so leicht von den Arterien als von den Venen aus angefüllt, und sind überhaupt blosse Receptacula des Bluts.

Die Quelle der Harnabsonderung sind die gewundenen Harnkanälchen selbst, welche nicht bloss an ihren Enden, sondern an der ganzen ungeheuren Oberfläche, welche ihre Windungen darbieten, die in Harn verwandelten Theile des Bluts ausscheiden. Sie sind überall von den feinsten Blutströmchen umgeben, indem die Netze der Capillargefässe in ihren Zwischenräumen überall hingehen und sie umweben. Die aufgelösten Theile des Blutes können durch die zarten Wände der Harnkanälchen durchdringen, und bei diesem Durchdringen eine chemische Veränderung erleiden, oder die zersetzten Theile desselben angezogen und ausgeschieden werden.

In der Marksubstanz verlaufen die Blutgefässe zwischen den Harnkanälchen gestreckt gegen die Papillen hin, indem sie von der Rinde kommen. Diese von den Arterien und Venen aus leicht zu injicirenden Gefässe der Marksubstanz sind in früherer Zeit von den Anatomen fälschlich für die von den Arterien aus injicirten Bellini'schen Harnkanälchen gehalten worden, in welche die in die Arterien injicirten Flüssigkeiten nicht übergehen. Jene gestreckten Arterien und Venen werden gegen die Papillen der Nieren hin, statt sich wie die Harnkanälchen zu erweitern, vielmehr fein und bilden die gewöhnlichen Capillargefässnetze um die Oeffnungen der Harnkanälchen. Beim Hunde betragen diese gestreckten Arterien der Pyramiden 0,00175—0,00068 p. Z. im Durchmesser, in der Nähe der Papillen, wo sie Netze bilden, 0,00042 p. Z.

Vergleicht man die Harnkanälchen mit den Samenkanälchen des Hodens, so zeigt sich die grösste Aehnlichkeit; auch jene sind gewunden und bilden Anastomosen, unterscheiden sich von diesen nur durch ihre grössere Feinheit, indem sie beim Menschen einige mal dünner sind als die Samenkanälchen, und daher mit blossen Augen nicht mehr gesehen werden. Bei den Schlangen sind sie dagegen schon so gross, dass man sie mit blossen Augen sieht, und eben so bei den Rochen und Haien. Erst durch ihre Feinheit und Anhäufung bilden sie den Anschein von fester Masse, wie ihn die Rinde dem nackten Auge darbietet.

G. *Hoden.* Bei den Insecten ist die Bildung des Hoden unendlich mannichfaltig. Der Grundtypus ist Vermehrung der Fläche, welche absondert, im kleinen Raume. Die Formen sind hier so überaus reich, als die Ausbildung einer grossen Fläche im kleinen Raume mannichfaltig ist. Siehe Leon Dufour *Ann. des sc. nat. Tom. VI. Sptbr. u. Octbr.*; Succow in Heusinger's *Zeitschrift für organ. Physik. Tom. II.* Man findet daher bald einfache, unverzweigte, mehr oder minder gewundene Röhren, bald knäuel-

förmig aufgewickelte Röhren; in anderen Fällen endigen die Röhren verzweigt in Bläschen oder wirtelförmig, oder in sternförmige Anhäufungen von Blinddärmchen. Zuweilen stellt der Hoden einen Haufen bürstenförmig verbundener Blinddärmchen vor; zuweilen ahmen die Röhrchen einen Pferdeschweif nach; auch kommt es vor, dass die Röhrchen schlingenförmig sich mit einander verbinden, wie ich es an den Hoden der Scorpione gefunden habe. Die Absonderung geschieht also nothwendig hier nur auf der innern Fläche dieser Röhrchen, Blinddärme, Kapseln und die Natur erreicht denselben Zweck in einem einfachen, sehr langen Kanale, wie in kürzern verzweigten Röhrchen oder Anhäufungen von Blinddärmchen. Unter den Mollusken ist der Hoden ebenfalls sehr mannichfaltig, doch lässt er sich grösstentheils auf die Traubenform und die büschelförmigen Anhäufungen von Blinddärmchen reduciren.

Bei den Fischen finden sich zwei Modificationen der Bildung der Hoden vor; entweder bestehen sie nämlich aus verzweigten Röhren, wie beim grössten Theil der Fische, (siehe Tab. XV. Fig. 7. von Clupea alosa), oder sie sind körnig. Im letztern Fall giebt es keinen Ausführungsgang des Hodens. Der Same wird im Innern dieser Körner gebildet, gelangt durch Zerplatzen dieser Körner wahrscheinlich in die Bauchhöhle, wie auch die Eier einiger Fische in die Bauchhöhle fallen, und aus der Bauchhöhle durch eine oder zwei, in diesem Fall vorkommende Oeffnungen nach Aussen. So z. B. verhält es sich beim Aal und bei der Pricke nach Rathke's Beobachtungen, welche eine einfache Oeffnung der Bauchhöhle haben und bei welchen eben so die Eyer nach Aussen gelangen. Derselbe Bau findet sich nach meinen Beobachtungen in Hinsicht der Hoden bei den Haifischen und Rochen, welche zwei Oeffnungen der Bauchhöhle haben. Was man früher für Nebenhoden und Ausführungsgang des Hoden gehalten hatte, jenes aus gewundenen Kanälen und einem starken Ausführgang bestehende Organ, steht nämlich in keinem Zusammenhange mit dem körnigen Hoden und ist eine Drüse eigener Art. Siehe J. Mueller in Tiedemann's *Zeitschrift für Physiol. IV. de glandul. penit. structura.* Tab. XV. Fig. 8. Auch beim Stör sind die Hoden körnig. Die Weibchen der Rochen und Haifische besitzen übrigens die Oeffnungen der Bauchhöhle, obgleich die Eier bei ihnen nicht in die Bauchhöhle fallen, sondern durch den Eierleiter nach Aussen gelangen.

Die Hoden der nackten Amphibien sind noch ohne Nebenhoden, indem die Vasa efferentia sich ohne Weiteres zu dem Ductus deferens verbinden; sie bestehen übrigens aus kurzen blinden Röhrchen; bei den beschuppten Amphibien beginnt der Nebenhode aus den Windungen der Vasa efferentia und des Samenkanals selbst. Ueber den Bau des Hoden bei dem Menschen haben in neuerer Zeit die Untersuchungen von Astley Cooper (*Ueber die Bildung des Hoden. Weimar* 1832) und besonders von A. Lauth (*Mém. de la Société de l' hist. nat. de Strasbourg. Liv. II.*) weitere Aufschlüsse gegeben. Nach Cooper werden die Läppchen des Hoden nicht bloss durch die von der Albuginea ausgehenden

Scheidewand-artigen Fortsätze geschieden, sondern auch noch einzeln durch ein überaus feines Häutchen eingeschlossen. Die Samenkanälchen haben sämmtlich die Richtung gegen das Rete testis. Man kann sie gleichsam als einen Kegel vorstellen, dessen Spitze an dem genannten Orte liegt; auch ist jedes Samenkanälchen so gelagert, dass es durch die Abnahme seiner Windungen gegen das Rete testis gleichsam einen Kegel bildet. Die Samenkanälchen haben alle denselben Durchmesser. Er beträgt nach Lauth $\frac{1}{150}$ bis $\frac{1}{220}$ Zoll, im Durchschnitt $\frac{1}{185}$ Zoll; ich habe ihren Durchmesser auf **0,00470** p. Z. angegeben. Injicirt betragen sie nach Lauth im Durchschnitt $\frac{1}{147}$ Zoll, nach mir **0,00945** p. Z. Die Läppchen bestehen nach Lauth bald aus einem, bald aus zwei, bald aus mehreren Samenkanälchen. Lauth berechnet die Zahl der Samenkanälchen auf 840, und die Länge von einem auf 2 Fuss 1 Zoll. Ich hatte schon Enden der Samenkanälchen bei Säugethieren aufgefunden, wo dies bei den Nagethieren, wegen der Grösse der Samenkanälchen, weniger schwer ist. Lauth hat nur einmal ein geschlossenes Ende eines Samenkanälchens im Hoden des Menschen bemerkt. Dieses seltene Erscheinen der blinden Enden kommt nach Lauth davon her, dass die Samenkanälchen zuletzt sich schlingenförmig mit einander verbinden. Diese Theilungen und Vereinigungen der Samenkanälchen sind nach Lauth so häufig, dass er auf einer entwickelten Portion, deren Kanälchen circa 45 Zoll zusammen an Länge betrugen, gegen 15 Anastomosen auffand; diese Anastomosen finden jedoch nur gegen das Ende der Samenkanälchen statt. Die Beobachtung dieser Anastomosen ist ganz neu. Da diese Kanälchen übrigens überall einen gleichen Durchmesser behalten, da sie theils durch ihre blinden Enden, theils durch ihre Anastomosen geschlossen sind, so darf man sich die Absonderung des Samens nicht an den Enden desselben, sondern in ihrer ganzen Ausdehnung denken. An eine Communication der feinen Arterien mit Enden der Samenkanälchen ist ohnehin nicht zu denken. Die Samenkanälchen sind 15 mal dicker als die feinsten Arterien, und die feinsten Blutgefässe verzweigen sich nur auf den Wänden der Samenkanälchen. Wenn die Vasa seminifera bis auf eine oder zwei Linien Entfernung zum Rete testis gelangt sind, so hören ihre Windungen auf; mehrere vereinigen sich in ein Kanälchen, und so gehen die Ductuli recti in das Rete testis über. Dieser geraden Kanälchen sind nach Lauth jedenfalls mehr als 20, wie Haller annahm; ihr Durchmesser ist stärker, wie der der Samengefässe, im Durchschnitt $\frac{1}{108}$ Zoll. Das Rete testis nimmt einen grossen Theil des obern Randes des Hodens ein; es fängt dort ein wenig nach aussen von der Extremitas interna an und dehnt sich bis zum äussern Drittheile des obern Randes aus; es liegt in der Dicke der Albuginea, 6 bis 11 Linien lang, und bildet nach innen einen weissen Vorsprung der Albuginea. Die Hohe dieses Vorsprungs oder des Corpus Highmori beträgt 2 bis 4 Linien, seine Basis 3 bis 5 Linien. Das Rete testis besteht aus 7 bis 13 Gefässen, welche wellenförmig verlaufen, sich unter sich vereinigen und wieder theilen und alle unter sich zu-

sammenhangen. Diese Gefässe haben $\frac{1}{150}$ bis $\frac{1}{180}$ Zoll Durchmesser. Die Vasa efferentia, welche aus dem Rete testis in den Kopf des Nebenhoden treten, sind anfangs grade, fangen aber bald an sich zu winden, so dass jedes der Kanälchen die Figur eines Conus annimmt, dessen Spitze mit dem Rete testis und dessen Basis mit dem Kopf der Epididymis zusammenhangen. Nach Lauth wird dieser Kanal gegen die Epididymis zu enger; anfangs haben sie $\frac{1}{164}$, zuletzt $\frac{1}{156}$ Zoll Dicke; die Zahl der Vasa efferentia ist 9 bis 30, sie haben 7 Zoll 4 Linien Länge. Der Kanal des Nebenhoden nimmt diese Gänge nach einander auf, nach Lauth's Berechnung in einer Entfernung von 3 Zoll zwischen je zweien. Die mittlere Länge des Kanals des Nebenhoden beträgt nach Lauth's Berechnung 19 Fuss 4 Zoll 8 Linien. Das Vasculum aberrans findet sich gewöhnlich an dem Winkel, welchen der Ductus deferens bildet, indem er sich gegen den Nebenhoden anlehnt. Meistens verbindet es sich mit dem Ende des Kanals des Nebenhoden, seltener mit dem Anfange des Ductus deferens. Selten finden sich mehrere Vasa aberrantia. Dieser Appendix hat eine gelbliche Farbe. Die Länge des entwickelten Kanals beträgt $1\frac{1}{2}$ bis 13 Zoll. Die Verbindungsstelle des Kanals mit dem Nebenhoden ist immer dünner als der übrige Theil und viel dünner als der Kanal des Nebenhoden. Gegen sein blindes Ende zu wird er allmählig dicker, zuweilen, nachdem er sich erweitert hat, zuletzt ausserordentlich fein; offenbar ist dieses Gefäss zur Absonderung eines Saftes in den Nebenhoden bestimmt. Ob dieser Kanal mit dem Wolff'schen Körper des Fötus in einer Beziehung steht, ist unbekannt. Sehr selten ist dieser Kanal verzweigt.

Nachdem nun der Bau der absondernden Organe im Einzelnen dargestellt worden, lassen sich allgemeine Resultate über den Bau der Drüsen zusammenfassen.

I. Die vorhergehenden Untersuchungen über den innern Bau sämmtlicher Drüsen, welche in der Thierwelt und bei dem Menschen auftreten, zeigen, dass, so mannichfaltig die Bildung ihrer Elementartheile ist, alle doch sammt und sonders dasselbe Bildungsgesetz verfolgen und von dem einfachsten unverzweigten Folliculus bis zu den zusammengesetztesten Drüsen eine ununterbrochene Bildungsreihe darstellen.

II. Es lässt sich zwischen den Absonderungsorganen der wirbellosen Thiere und der Wirbelthiere keine Grenze ziehen, und die einfachsten Schläuche und röhrenförmigen Secretionsorgane der Insecten wiederholen sich nicht allein bei den höheren Thieren, sondern gehen durch die Thierwelt offenbar in die Drüsen der höheren Thiere über. Die Milchdrüsen des Schnabelthiers, die einfachsten Speicheldrüsen der Vögel, die prostatischen Drüsen vieler Säugethiere, das Pancreas der meisten Fische, sind so einfach wie die Absonderungsorgane der Crustaceen.

III. Alle Drüsen bieten im Inneren nur eine grosse Fläche der Absonderung dar und es giebt gar viele Arten innerer Bildung, durch welche die absondernde Fläche im kleinsten Raume vermehrt wird. Die Natur zeigt hierin, wie überall, einen unendlichen Reichthum der mannigfaltigsten Bildungen, ohne die

einfachen Gesetze der Entwickelung zu verlassen. Wunderbar sind die Formen, durch welche sic bei den Insecten die samenabsondernden Röhren in fast vegetabilischem Character verändert, aber noch viel wunderbarer ist ihre Mannigfaltigkeit in der Ausbildung der zusammengesetztesten Drüsen bei den höheren Thieren; allein alle Drüsen haben das gemein, dass sie nur auf Entwickelung des Ausführungsganges zu inneren Höhlen oder Kanälen mit geschlossenen Enden beruhen. Die Malpighi'sche Ansicht von dem Bau der Drüsen ist daher allerdings die richtigere, und diese Wahrheit ist durch die neueren Untersuchungen über allen Zweifel erwiesen; aber Malpighi kannte die Elementartheile der Drüsen nicht; nicht, was er für Folliculi in den zusammengesetzten Drüsen hielt, sind diese Elementartheile, sondern diese problematischen Folliculi bestehen aus einer grossen Anzahl viel kleinerer Theile, welche den Verzweigungen der Ausführungsgänge aufsitzen; auch sind Folliculi nicht immer die letzten hohlen Enden der Drüsen, sondern diese sind bald langgezogene Blinddärmchen, bald ästige und fiederförmig vereinigte Kanäle mit geschlossenen Enden, bald hohle Träubchen, bald grosse gewundene Röhren, welche ihren Durchmesser durchgängig beibehalten, und in mannichfachen Verbindungen zusammentreten; aber das ist richtig, was die Hauptsache der Malpighi'schen Ansicht war, dass alle letzten Verzweigungen der Ausführungsgänge geschlossen sind. Dies hatten bereits Mascagni und Cruikshank durch Quecksilberinjection von den Milchdrüsen des Menschen, E. H. Weber von den Speicheldrüsen des Menschen und der Vögel und dem Pancreas der letzteren ebenfalls durch Quecksilberinjectionen, Rathke von den Harnkanälen der niederen, Huschke von den Harnkanälen der höheren Wirbelthiere gezeigt. Wir haben diesen Beweis durch alle Formen der Drüsen durchgeführt, von den einfachen Hautbälgen an, von den Intestinaldrüsen, von den aussondernden Drüsen von den prostatischen und Cowper'schen Drüsen, welche entweder aus Blinddärmchen oder aus blinden Röhrchen oder aus Bläschen bestehen. Wir haben die Läppchen der Milchdrüsen des Kaninchens von den Milchgängen aus bis in die bläschenförmigen Enden der Ductus lactiferi vollständig aufgeblasen und dieselben beim Igel und Hunde mit Quecksilber gefüllt, was Mascagni und Cruishank schon beim Menschen gethan hatten. Wir haben die Thränendrüse der Gans und des Pferdes vollkommen bis in die bläschenförmigen Enden der Kanäle mit Quecksilber gefüllt, wir haben die büschelförmigen Röhrchen in der Thränendrüse der Riesenschildkröte erwiesen.

Wir zeigten die zellige Substanz in den Speicheldrüsen von Murex Tritonis, die blinden Enden der Kanäle in den Giftdrüsen der Schlangen, den zelligen Bau in den Speicheldrüsen der Schlangen. Die Speicheldrüsen der Vögel haben E. H. Weber und ich mit Quecksilber gefüllt. Wir haben die fortschreitende Entwickelung der Speichelkanäle in den Speicheldrüsen des Säugethierembryo durch eine Reihe von Beobachtungen verfolgt und überall die blinden und zuletzt bläschenförmigen En-

den der Kanäle beobachtet. Weber hat die Zellchen der Parotis des Menschen, und ich die des Hundes mit Quecksilber gefüllt. Wir haben den Uebergang der pancreatischen Blinddärme der Fische in ein zelliges Pancreas durch eine ganze Reihe von Mittelstufen dargestellt. Beim Embryo der Amphibien, Vögel und Säugethiere lassen sich die freien blinden Enden der Ductuli pancreatici beobachten, und bei der Gans gelingt die Quecksilberinjection der zelligen Enden und somit des ganzen Pancreas.

Die Leber der Krebse besteht meist aus Blinddärmchen oder Zellen. Wir haben gezeigt, dass man die traubenförmige oder spongiöse Leber der Mollusken, bis in die letzten Bläschen und Zellen, wie eine Lunge aufblasen kann. Wir bestätigten, was schon Harvey und Malpighi angedeutet hatten, dass die Enden der Gallenkanäle bei den Embryonen freie, stumpf und blind geendigte, mikroskopische Reiserchen bilden.

Die Beobachtungen von Huschke und mir erweisen die unabhängige Existenz der Harnkanäle bei allen Wirbelthieren. Diese Kanäle verzweigen sich nicht baumförmig, sondern behalten ihren Durchmesser in ihrem Verlauf bis in ihre blinden, nicht angeschwollenen, auch nicht verdünnten Enden, mögen sie nun gerade verlaufen oder sich durcheinander schlängeln und der Hodensubstanz ähnlich seyn. Diess beweisen unsere Beobachtungen an Fischen, Salamandern, Fröschen, Schlangen, Vögeln, Säugethieren, diess beweist der Augenschein mittelst einer einfachen Loupe, an den Nieren der Rochen und Schlangen, wo diese Kanäle ungemein stark sind und bei gleicher Grösse die grösste Aehnlichkeit mit den Samenkanälen darbieten. Diess beweisen unsere Injectionen der Harnkanäle bei Vögeln und Säugethieren.

Die übereinstimmende Bildung des Hoden aus selbstständigen Kanälen war längst bekannt, und die Lungen können endlich, mit ihren blind geschlossenen Zellen, für eine ganze Reihe von drüsigen Organen den Prototypus abgeben.

IV. Acini, als *Drüsenkörner*, in dem hypothethischen Sinne der Schriftsteller giebt es eigentlich nicht; es giebt keine Verknäuelungen der Blutgefässe, aus welchen auf eine geheimnissvolle Art absondernde Kanäle entspringen sollen, welche Vorstellung man auch dabei habe; es giebt keinen unmittelbaren Uebergang der feinsten Blutgefässe in die Anfänge der absondernden Kanäle. Das System der absondernden Kanäle ist ganz eigenthümlich und in sich geschlossen, wie es von allen Formen der Drüsen erwiesen worden ist.

V. Was man als Drüsenkörner beschreibt, diese Acini sind nur die Haufen der Enden der absondernden Kanäle, selbst oft Aggregate und Träubchen kleiner mikroskopischer Bläschen, die sich mit Quecksilber füllen und häufig sogar aufblasen lassen. Wirkliche solide Körner giebt es nur in den Hoden einiger wenigen Fische, deren Hoden keinen Ausführungsgang haben und wo die Samenkörner in die Bauchhöhle platzen und von hier aus durch eine Oeffnung ausgeführt werden.

VI. In vielen Drüsen, denen man fälschlich Drüsenkörner zu-

geschrieben hat, giebt es nicht einmal hohle oder bläschenartige Acini, sondern vielmehr bloss lange gewundene Kanäle von überall gleichem Durchmesser, wie in den Nieren, eben so wie in den Hoden und vielen anderen Drüsen; oder gerade Röhrchen, wie in der Thränendrüse der Riesenschildkröte, in den Cowper'schen Drüsen des Igels, in dem Hoden der Sepie, der Fische und der Frösche, in den Steissdrüsen der Vögel, in den Drüsen der Eierleiter bei den Rochen und Haien; oder Blinddärmchen, wie in der Leber der Krebse, in den Drüsen, welche die Cloake bei den männlichen Urodelen besetzen, in den prostatischen Drüsen vieler Säugethiere. Hohle Endbläschen (*substantia acinosa*) giebt es allerdings in gewissen Drüsen von traubenförmiger Bildung der Elementartheile, wie in den Speicheldrüsen, im Pancreas, in den Milchdrüsen der meisten Säugethiere, in der Thränendrüse der Vögel und Säugethiere, in der Harder'schen Drüse, in der Leber der Mollusken u. s. w. Die Ausdrücke: *substantia acinosa, acini* u. dgl. passen daher allerdings für eine gewisse Classe von Drüsen, in sofern *acinus* ursprünglich *Träubchen* bedeutet. Allein diese Bedeutung ist durch die mannichfaltigen Hypothesen nach und nach in die falsche Bedeutung *Drüsenkorn*, körniges Wesen übergegangen; und da die Bezeichnung Acini nur für einige Drüsen, auch im richtigen Sinne des Wortes, passt, so ist es räthlich, bei dem Gebrauch dieses Wortes, dem sich so viele falsche Erklärungen und Hypothesen angehängt haben, sehr vorsichtig zu seyn.

VII. Es ist von allen Drüsen erwiesen, dass die Blutgefässe nicht in diese Elementartheile übergehen, dass die feinsten Blutgefässchen sich zu den Wänden jener hohlen Kanäle und ihren Enden verhalten, wie zu jeder andern feinen absondernden Haut, z. B. der Schleimhaut der Lungenzellen. Sie öffnen sich nicht mit freien, offenen Endigungen in den Anfängen der absondernden Kanäle und Höhlungen der Drüsen, sondern die Arterien gehen auf den Elementartheilen der Drüsen durch unendliche netzförmige feine Anastomosen in Venen über, wie wir an dem Bau der mehrsten Drüsen gezeigt haben.

VIII. So wie die absondernden Kanäle der Drüsen mit ihren blinden Wurzeln eigenthümlich und selbstständig sind, so bildet auch das Blutgefässsystem in jeder Drüse ein vollkommen in sich geschlossenes Ganze, durch den vollkommen geschlossenen netzförmigen Zusammenhang der baumförmigen Verzweigungen der Arterien und Venen.

IX. Man hat von einigen Drüsen früher einen Zusammenhang der lymphatischen Gefässe mit den Ausführungsgängen behauptet. Cruikshank und A. füllten aus den Milchgängen der Milchdrüsen lymphatische Gefässe; diess geschieht in der Regel nicht; die Milchdrüsen füllen sich, wie Mascagni zuerst zeigte, mit Quecksilber bis in ihre Endbläschen ohne allen Uebergang in die Lymphgefässe. Walter behauptete aus gewaltsamen Injectionen einen Zusammenhang zwischen Lymphgefässen und Gallenkanälen. Allein diese Gründe sind so wenig haltbar, als so mancher andere von gelegentlichen Uebergängen einer Injectionsmaterie aus einer Ordnung von Gefässen in eine andere, nach ge-

waltsamen Injectionen. Ueberhaupt könnte ein Zusammenhang der Lymphgefässe nur mit den stärkeren ausführenden Kanälen möglicher Weise statt finden; denn die Lymphgefässe sind ja ausserordendlich stärker als die feinsten Elementartheile der Drüsen.

X. Das System der absondernden Kanäle, mit blinden hohlen Wurzeln selbstständig und geschlossen, ist als eine Efflorescenz des Ausführungsganges zu betrachten und bildet sich auch beim Embryo augenscheinlich aus einem zuerst astlosen Gang.

XI. Die baumförmigen Verzweigungen der Blutgefässe begleiten die aufkeimenden absondernden Gänge und legen sich mit ihrer peripherischen netzförmigen Auflösung über alle diese blinden Elementartheile hin, welche sie mit Blut tränken. So wie sich die innere Flächenbildung aus der einfachen ebenen Wand zum Blinddarm und verzweigten Blinddärmchen fortsetzt, so erhebt sich hinter und über dieser Efflorescenz die Gefässschicht der einfachen Wand, ein Process, der beim Hühnchen beobachtet werden kann. So entwickeln sich beide Systeme an einander aufsteigend, je mehr sich die einfache Wand in eine innere Flächenbildung complicirter ausbildet.

XII. Dadurch, dass die verzweigten Kanäle und Röhren, welche bei einfacherer Bildung unter den Insecten und Crustaceen und selbst bei höheren Thieren frei liegen, immer mehr durch neue Efflorescenz aneinanderrücken und sich decken, entsteht Parenchym. Dieser Entwickelungsgang ist bei den Embryonen augenscheinlich gemacht worden.

XIII. Die feinsten netzförmigen Blutgefässchen sind meist viel dünner als die dünnsten Aeste der Ausführungsgänge oder Drüsenkanäle und ihre blinden Enden, selbst in den zusammengesetztesten drüsigen Eingeweiden. Die Elementartheile der Drüsen sind immer noch so gross, dass sie erst von den feinsten Blutgefässnetzen umspannt und umwebt werden können. Die Rindenkanäle der Nieren sind viel stärker als die feinsten Blutgefässe, wie durch alle Classen der Thiere erwiesen worden ist. Bei den Speicheldrüsen der Menschen und der Säugethiere sind die feinsten Blutgefässe immer noch mehrmal dünner als die traubenförmig verbundenen, mit Quecksilber zu füllenden Endbläschen der Speichelkanäle. Eben so beim Pancreas, wie ebenfalls durch Injectionen erwiesen ist. Auf den Zellen der Harder'schen Drüse, der Thränendrüse und Speicheldrüsen der Vögel, die alle mit Quecksilber auf das Artigste injicirt werden können, verbreiten sich erst die feinsten Blutgefässchen, wie auf anderen zarten Häutchen, wie auf den Lungenzellen. Auf den Samenkanälen des Hodens verbreiten sich erst die Netze der feineren Blutgefässchen. Die Harnkanäle in den Nieren der Rochen sind aber nicht dünner als die Samenkanäle im Hoden des Menschen. Endlich zeigt die Entwickelungsgeschichte aller zusammengesetzten Drüsen diesen Unterschied an den noch frei liegenden Drüsenkanälen zur Evidenz.

XIV. Die Ausbildung der Drüsen in der Entwickelungsge-

schichte des Embryo ist eine Wiederholung ihrer Ausbildung in der Thierwelt. Die vollkommensten und zusammengesetztesten Drüsen der höheren Thiere bestehen bei den Embryonen dieser Thiere zuerst nur aus den freien Ausführungsgängen, ganz ohne alle Zweige; aus diesen Kanälen, welche dann ganz mit den Absonderungsorganen der niederen Thiere übereinkommen, efflorescirt die Verzweigung immer weiter.

XV. Es giebt sehr viele Modificationen im innern Bau einer Drüse, wodurch sie die absondernde Fläche vermehrt; aber keine ist einer Drüse ganz eigenthümlich durch alle Thiere. Ganz verschiedene Drüsen können einen gleichen innern Bau haben, wie die Hoden und die Rindensubstanz der Nieren; gleiche Drüsen haben oft einen ganz und gar verschiedenen Bau bei verschiedenen Thieren, wie die Thränendrüse der Schildkröte, Vögel und Säugethiere. Die Speicheldrüsen sind bei den Vögeln nur verzweigte Gänge mit zelligen Vorsprüngen; bei den Säugethieren sind es Träubchen von Zellen zu denen eine complicirte Verzweigung der Kanäle führt. Wie verschieden ist die innere Bildung der Leber in der Thierwelt, bald einfach blinddarmförmig, bald büschelförmig, bald traubenförmig, bald schwammig, bald aus verzweigten Kanälen, mit gefiederten Elementarreiserchen endigend! Wie unendlich mannichfaltig die Bildungen der Samenkanälchen im Hoden! Nur die Nieren behaupten in ihrer Bildung durch alle Classen das Constante, dass sie aus unverästelten, nicht baumförmig vertheilten Kanälen, sondern durchgängig aus langen neben- oder durcheinander liegenden Röhrchen bestehen, obgleich in der Ordnung dieser Röhrchen die grösste Verschiedenheit herrscht.

XVI. Die Drüsenbildung vervollkommnet sich nicht in der Thierwelt absolut, sondern in jeder Classe der Thiere treffen wir rudimentäre Drüsen mit höchst einfacher Bildung, wenn diese Drüsen der Classe zuerst zukommen; so einfach sind die Speicheldrüsen bei den Vögeln und Schlangen, und so erscheinen die Milchdrüsen des Schnabelthiers, die prostatischen Drüsen der Nager, das Pancreas der Fische, die Leber der niederen Thiere, selbst blinddarmförmig.

XVII. Die Substanz der Elementartheile der Drüsen ist durchgängig weiss oder weissgraulich oder weissgelblich, bei allen Drüsen, so verschieden die Secrete der Drüsen sind. Eine Uebereinkunft der Drüsensubstanz mit ihrem Secretum besteht nicht.

## Mikroskopische Messungen.

| | Par. Zoll. |
|---|---|
| Feinste Blutgefässchen oder Capillargefässe (nach E. H. WEBER) $= \frac{1}{4000} - \frac{1}{2000}$ Z. = | 0,00025 — 0,00050 |
| Dieselben in den Nieren nach meinen Messungen .......... | 0,00037 — 0,00058 |
| Dieselben in der Iris des Menschen .......................... | 0,00037 — 0,00047 |
| Dieselben in deu processus ciliares .......................... | 0,00053 |
| Kleinste Lungenzellchen beim Menschen (nach E. H. WEBER) = 0,053 — 0,160 Lin. = | 0,00441 — 0,01333 |

| | Par. Zoll. |
|---|---|
| Cylinderförmige Blinddärmchen an den Lungen des Vogelembryo | 0,00474 |
| Elementarbläschen der Milchdrüsen des säugenden Igels | 0,00712 — 0,00928 |
| Dieselben vom Hunde mit Quecksilber gefüllt | 0,00260 |
| Zellen in den Speicheldrüsen der Gans, nach meinen Injectionen | 0,00260 |
| Zellen der Parotis des Neugebornen (nach E. H. Weber's Injectionen) | 0,00082 |
| Dieselben vom Hunde, nach meinen Injectionen | 0,00187 |
| Zellen der Thränendrüse von der Gans, nach meinen Injectionen | 0,00327 |
| Zellen des Pancreas der Gans, mit Quecksilber gefüllt | 0,00137 — 0,00297 |
| Elementartheile der Thränendrüse der Riesenschildkröte | 0,00194 |
| Zellen der Harder'schen Drüse vom Hasen, nach meinen Injectionen | 0,00776 |
| Elementarbläschen der Leber von Helix pomatica | 0,00565 |
| Elementarreiserchen der Leber eines Heberembryo von 1 Z. Länge | 0,00172 |
| Endreiserchen der Gallenkanälchen, auf der Oberfläche der Leber des Kaninchens, injicirt | 0,00108 — 0,00117 |
| Blinddärmchen der Wolff'schen Körper eines Vogelembryo | 0,00377 |
| Dieselben von einem andern Embryo | 0,00300 |
| Harnkanäle von Petromyzon marinus | 0,00324 |
| Harnkanäle der Nieren vom Zitterrochen | 0,00469 |
| Harnkanäle der Schlangen, mit Quecksilber gefüllt | 0,00232 |
| Enden derselben | 0,00423 |
| Harnkanäle von der Eule, vom Ureter aus injicirt, an ihren Enden | 0,00174 |
| Harnkanäle des Eichhörnchens (Rindenkanäle) | 0,00149 |
| Rindenkanäle der Pferdenieren (vom Ureter aus injicirt) auf der Oberfläche der Nieren | 0,00137 — 0,00182 |
| Bellini'sche Röhren der Marksubstanz von Pferdenieren, vom Ureter aus injicirt, an den Papillen am stärksten | 0,01305 |
| Dieselben von mittlerer Stärke (injicirt) | 0,00489 |
| Dieselben auf Durchschnitten der Rinde am feinsten (injic.) | 0,00140 — 0,00188 |
| Dieselben in der Rinde der Nieren des Menschen, nach Weber | 0,00180 |
| Dieselben in den Pyramiden | 0,00160 |
| Malpighi'sche Körperchen der menschlichen Nieren | 0,00700 |
| Dieselben (nach E. H. Weber) | 0,00666 — 0,00883 |
| Gestreckte Arterien der Pyramiden des Hundes | 0,00068 — 0,00175 |
| Dieselben in der Nähe der Papillen, wo sie Netze bilden | 0,00042 |
| Samenkanäle eines jungen Hahnen | 0,00528 |
| Samenkanäle des Eichhörnchens | 0,01453 |
| Samenkanäle des Igels | 0,00970 |
| Samenkanäle des Menschen | 0,00470 |
| Dieselben mit Quecksilber gefüllt | 0,00945 |
| Röhren in den Steissdrüsen der Gans | 0,00990 |
| Reiserförmige Blinddärmchen oder Röhren von den Cowper'schen Drüsen des Igels | 0,01022 |
| Zellchen an den Meibomischen Drüsen des Menschen (nach E. H. Weber) | 0,00258 — 0,00633 |
| Zellen der Harder'schen Drüse der Gans, mit Quecksilber gefüllt $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{3}$ Lin. | |
| Zellen in den Speicheldrüsen von Murex tritonis $\frac{1}{6}$ — $\frac{1}{5}$ Lin. | |
| Zellen der spongiösen Leber von Murex tritonis $\frac{1}{8}$ — $\frac{1}{4}$ Lin. | |

## *III. Capitel.* Ueber den Secretions-Process.

### 1. Von den Ursachen der Absonderung.

Die Absonderung ist nur eine besondere Art der Verwandlung oder Metamorphose, welche die thierischen Säfte, das Blut bei dem Durchkreisen der Organe erleiden. Das Blut kreist in allen Organen in einem überaus feinen Netzwerk von Blutgefässchen aus den Arterien nach den Venen. Diese Netze sind allenthalben geschlossen, nirgends giebt es Enden der Gefässe, sondern allenthalben nur netzförmige Uebergänge der Arterien in Venen. Die feinsten netzförmigen Blutströmchen haben nur eine dichtere Grenze der Substanz zur Wand, besondere Häute giebt es hier nicht mehr; wo ein Strömchen entsteht (und neue Strömchen bilden sich immer wieder, wie Beobachtung beim Embryo und bei jungen Thieren lehrt), da entsteht eine Rinne in dem Bildungsstoffe, die mit den übrigen netzförmigen Strömchen in Communication tritt, und wenn sie im Anfang ohne dichtere Begrenzung ist, doch bald eine solche erhalten mag. Wir schliessen diess, obgleich wir es selten sehen, dass die Substanz an der Grenze der Strömchen dichter ist, und eine Art von wandiger Grenze bildet. Siehe oben p. 205. Indessen können solche Wände jedenfalls hier nur aus einiger Verdichtung der Substanz bestehen und der Unterschied, dem Auge ohnehin meist unerkennbar, ist gewiss so gering, dass eine freie Wechselwirkung der Substanz mit den Blutströmchen statt finden kann. Die Substanz tränkt sich mit dem Blute, eignet sich dessen Bestandtheile an und verwendet sie auf die jedem Organe eigenthümliche Art.

Alle Absonderung aber geschieht auf Flächen, seyen es nun einfache Häute, wie die serösen Membranen und die Schleimhäute, oder sey es complicirte innere Flächenbildung in zellenhaften oder kanalförmigen Aushöhlungen der Drüsen.

Innerhalb der absondernden Häute gehen die Arterien wie überall durch ein Netzwerk der feinsten Blutgefässchen in Venen über; diess geschieht hier in der Fläche unzähliger netzförmiger Verbindungen. Die häutigen Wände tränken sich während des Durchgangs des Blutes durch die feinsten Gefässnetze mit den aufgelösten Theilen des Blutes, verwandeln es und lassen das Verwandelte, als Secret, auf der häutigen Fläche abfliessen.

Die complicirteste Drüse ist auch nur eine im kleinsten Raum construirte grosse Fläche, sie ist mit allen ihren inneren Gängen, Kanälen, jenen Röhren, oder Zellen, oder Blinddärmchen immer nur eine ungeheure flächenhafte thierische Grenze, auf welcher die Metamorphose des Blutes statt findet.

Die Elementarröhren der Nieren, die Elementartheile der Leber, wie anderer zusammengesetzten Drüsen, sind in ihrem ganzen Verlauf von den feinsten Blutgefässnetzen umsponnen, haben zwischen sich nur dünnes Bindegewebe, welches die Drüsencanäle verbindet und innerhalb welchem die feinsten Strömchen des Blutes stattfinden. Die Elementarcanäle, jene Träubchen, Röhr-

chen etc., werden also überall äusserlich von feinen Blutströmchen umspült, sie tränken sich mit diesem Blute, verwandeln es auf eigenthümliche Art, und lassen auch das Verwandelte nach Innen gegen die Ausführungsgänge abfliessen. Diess ist der einfache Process der Absonderung, der sich von der Ernährung nur unterscheidet, dass das Verwandelte von häutigen Grenzen abfliesst.

Man hat früher die Absonderung in den Drüsen gegen alle Analogie auf die Enden der Drüsenkanäle oder auf jene hypothetisch so geheimnissvollen Acini verwiesen. Diess ist sehr unrecht, wie bereits E. H. Weber bemerkt; denn die Acini, in dem naturgemässen Sinne, dass es hohle Bläschen sind, existiren in den wenigsten zusammengesetzten Drüsen; die Elementartheile der Leber sind Reiserchen, die Elementartheile der Hoden und Nieren blosse Röhren von überall gleichem Durchmesser. Viele andere Drüsen haben büschelförmige Blinddärmchen am Ende der Kanäle ohne alle Endanschwellung. Unsinnig wäre es, hier zu sagen, der Samen, der Harn u. s. w. wird nur in den blinden Enden der Röhren abgesondert, die Galle nur am Ende der hohlen Reiserchen.

Einige zusammengesetzte Drüsen zeigen überdiess im Verlauf des Ausführungsganges überall dieselben Elementartheile, als Zellen wie die Speicheldrüsen der Vögel, die Thränendrüse derselben, die Meibomischen Drüsen des Menschen; oder Blinddärmchen, wie die Leber der Krebse und die Thränendrüse der Schildkröten.

In den Drüsen, welche aus zusammengesetzten Blinddärmchen bestehen, kann man endlich die Grenze der Elementartheile und der Ausführungsgänge gar nicht angeben.

Es ist also höchst wahrscheinlich, ja gewiss, dass die Absonderung auf der ganzen Continuität der Drüsenkanäle, also auf einer zusammenhängenden Fläche, geschieht.

Das Blut wird in den Drüsen wie in allen Organen durch die feinsten Verzweigungen der Arterien in ein überaus feines Netzwerk von Strömchen vertheilt, aus welchen es wieder in die Anfänge der Venen übergeht. Die Vasa exhalantia sind von den älteren Physiologen bloss desswegen erfunden worden, weil man die pag. 225 und 240 erläuterte Beschaffenheit der thierischen Gewebe nicht kannte, mit allem Aufgelösten sich zu tränken, und die Flüssigkeiten eben so leicht durch ihre porösen Wände an andere Theile abzugeben. Man muss sich also eine absondernde Fläche nur von den dichtesten Netzen der Capillargefässe durchzogen denken. Man weiss schon wie nahe diese Netze der Oberfläche einer von Epidermis unbedeckten Haut liegen; man weiss, dass ein Häutchen von der Dicke der Urinblase eines Frosches schon innerhalb einer Secunde einen aufgelösten Stoff durch sich hindurch lässt und da das zarte Häutchen der Darmzotten vom Kalb und Ochsen von 0,00174 p. Z. Dicke noch blutführende Capillargefässe enthält (siehe pag. 233), so kann man sich nach dieser Dicke einen Begriff von der Tiefe machen, welche aufgelöste Stoffe des Bluts zu durchdringen haben, um aus den oberflächlichsten Netzen der Capillargefässnetze hervorzudringen. Aus diesen Netzen der Ca-

pillargefässe dringen nun die aufgelösten Theile des Bluts mit Leichtigkeit in die Partikeln des spezifischen Gewebes der absondernden Haut ein; hier werden sie chemisch verändert und dringen gegen die Oberfläche der absondernden Haut hervor. Die Kraft, durch welche das chemisch veränderte Secretum von der secernirenden Fläche abgestossen wird, ist hiermit noch nicht, sondern bloss die Möglichkeit des Durchdringens erklärt. Man kann diese bei manchen Secretionen so profuse Ergiessung wie so vieles andere, nicht im Ernst von der Kraft des Herzens und dem Impuls des Blutes abhängig machen; diese mechanische Erklärung würde durchaus nicht ausreichen; ausserdem dass sie ohnehin bei den Absonderungen der Pflanzen wegfällt, wäre auch nicht einzusehen, wie die Absonderung sich unabhängig vom Herzen durch specifische örtliche Reize vermehrt. Nun fragt sich ferner, warum das specifisch veränderte Fluidum bloss nach einer Seite hin vordringt, und warum der Schleim nicht eben so leicht zwischen den Häuten des Darmkanals, als auf der innern Haut desselben abgeschieden wird? warum die Galle aus den Gallenkanälchen nicht eben so leicht durch die Oberfläche der Leber, als nach Innen im Verlauf der Gallenkanälchen vordringen kann? warum der Samen nur auf der innern Fläche der Samenkanälchen und nicht auf der äussern Fläche derselben in die Zwischenräume dieser austritt? Diese Abscheidung des Secretums nach einer Seite der secernirenden Wände, nämlich ins Innere der secernirenden Kanäle und nicht nach aussen ist eines der grössten physiologischen Räthsel; man kann sich dasselbe auf zweifache Art hypothetisch lösen:

1. Indem man annimmt, dass jene die secernirenden Flächen durchziehenden Capillargefässnetze durch besonders construirte organische und gleichsam aushauchende Poren bloss nach der innern Fläche der secernirenden Kanäle offen stehen. Das Schwierige dieser Ansicht liegt darin, dass man hierbei etwas nicht zu Erweisendes annehmen muss, und dass man dann wieder andere Poren an den zartesten Blutgefässen annehmen müsste, durch welche die zur Ernährung der absondernden Kanäle bestimmten Flüssigkeiten eindringen müssten.

2. indem man wahrscheinlicher annimmt, dass zwar durch blosse Imbibition oder allgemeine Porosität (sogenannte unorganische Poren) die flüssigen Stoffe aus den Capillargefässen in das Gewebe des secernirenden Organes sich verbreiten, dass aber die Oberfläche der secernirenden Kanäle die Elemente, die sie zu neuen Stoffen zu verbinden strebt, chemisch anzieht, und auf eine freilich unerklärliche Weise gegen die innere Fläche der secernirenden Haut oder der Drüsenkanälchen verändert abstösst. Vgl. Mascagni *Nova per poros inorganicos secretionum theoria vasorumque lymphaticorum historia iterum vulgata et parte altera aucta in qua vasorum minimorum vindicatio et secretionum per poros inorganicos refutatio continetur. Auct. P. Lupi. Romae* 1793. Dass es hier nicht bloss auf Durchschwitzung, sondern auf Action der absondernden Wände ankommt, sieht man leicht ein, wenn man die Menge der durch eine gereizte Speicheldrüse abgeson-

derten Flüssigkeiten, die Plötzlichkeit und Menge der Thränen auf augenblickliche Wirkungen bedenkt.

So entblöst von Thatsachen eine solche Annahme von Anziehung und Abstossung auch ist, so ist sie doch nicht ohne Analogie in den physicalischen Erscheinungen, und es scheint, dass bei der Absonderung eine ganz ähnliche Kraft die Ausscheidung bewirkt, wie jene, welche bei der Resorption die Aufnahme in die Lymphgefässnetze oder Anfänge der Lymphgefässe bewirkt. Wunderbar, dass in verschiedenen Gewebetheilen einer und derselben Membran oft beiderlei Kräfte neben einander wirken, indem z. B. die Schleimbälge der Schleimhäute, welche absondern, von den anziehenden und aufsaugenden Lymphgefässnetzen dicht umher umgeben sind. Vergl. oben p. 267.

Die Eigenthümlichkeit und Verschiedenheit der Absonderungen hängt von keinem äusserlichen und mechanischen Grunde ab. Man hat sie in der verschiedenen Schnelligkeit des Blutlaufs in verschiedenen Organen gesucht, und diese verschiedene Schnelligkeit wäre selbst wieder zu beweisen. Man hat sie in dem verschiedenen Zustande der Blutgefässe, und ihren Theilungswinkeln gesehen. Aber die Blutgefässe verhalten sich in den Nieren fast wie in den Hoden, in den Speicheldrüsen nicht viel anders als in der Leber, wie an Lieberkuehn'schen Präparaten zu sehen; sie bilden allenthalben netzförmige Anastomosen zwischen den feinsten Arterien und Venen. Man hat die Ursachen in der Verschiedenheit der Enden der Arterien gesucht, aber diese Enden existiren nicht; in dem verschiedenen Durchmesser der aufnehmenden Kanäle, und dennoch geschehen die verschiedensten und eigenthümlichsten Absonderungen auf ebenen Häuten. Alle diese Dinge, womit Haller sich viel zu lange aufgehalten hat, geben keine Erklärung, wenn sie auch statt fänden; sie sind unzureichende und unerwiesene Beweismittel. Und wie leicht waren alle diese mechanischen Difficultäten abzufertigen durch die einzige Frage: warum wird hier Gehirn, dort Muskel, dort Knochen gebildet; entsteht etwa das Gehirn auch durch verschiedene Winkel der Gefässvertheilung?

Die Eigenthümlichkeit der Absonderungen hängt auch nicht von dem innern Bau der Drüsen ab; denn jedes Secret wird in der Thierwelt bei dem verschiedensten Bau abgesondert, wie ich wohl zur Genüge erwiesen habe. Man denke an die Speicheldrüsen der Vögel und der Säugethiere, an die Leber der Krebse, Mollusken, Wirbelthiere, an die ausserordendliche Verschiedenheit in dem Bau der Hoden, in dem Bau der Thränendrüse bei den Schildkröten, Vögeln und Säugethieren. Ueberdiess haben die verschiedensten Absonderungen bei gleichem Bau der Drüsen statt. Die Rindenkanäle der Nieren unterscheiden sich von den Samenkanälen nur durch ihre grössere Feinheit. Milchdrüsen, Speicheldrüsen, Thränendrüsen haben eine durchaus gleiche Beschaffenheit.

Die Natur der Absonderung hängt daher allein von der eigenthümlichen specifisch belebten organischen Substanz ab, welche die inneren absondernden Kanäle der Drüsen bildet, und welche

sich gleich bleiben kann bei der verschiedensten Architektonik der Drüsenkanäle, und ausserordentlich verschieden ist bei gleichem Bau der letztern. Die Verschiedenheit der Absonderung beruht daher auf demselben Grunde, wie die Verschiedenheit der Bildung und des Lebens in den Organen überhaupt. Der einzige Untersehied liegt nur darin, dass das verwandelte Blut in dem einen Fall dem Organe einverleibt wird, in dem zweiten aber über die Grenze desselben als Secret hinaustritt.

In der neuern Zeit hat sich von Seiten mehrerer Chemiker, namentlich durch Chevreul, die Ansicht geltend gemacht, dass alle Absonderungen ohne Umwandlung geschehen und dass das Blut alle Stoffe, welche sich in den Secreten vorfinden, bereits enthalte, dass dagegen den Secretionsorganen das Vermögen zukomme, vorzugsweise bald den einen bald den andern aus dem Blute auszuziehen und in ihr Secret zu übertragen. Hierfür spricht, nach Gmelin, dass die Salze des Blutes und der Secrete ungefähr dieselben sind, dass in beiden Osmazom und speichelstoffartige Materie (?) vorkommt, und dass man im Blute bereits auch viele von denjenigen Stoffen gefunden hat, von welchen man früher glaubte, dass sie nur in den Secreten vorkommen, wie Käsestoff, Gallenfett, Talg, Oel, Oelsäure. In der That ist neuerlich die Existenz von Cholesterin im Blute von Boudet (*essai critique et experimental sur le sang. Paris* 1833) wieder bestätigt worden. Dennoch aber scheint mir jene Ansicht ein grosser Fehlgriff. Fürs Erste, weder Hornstoff, noch Schleim, noch Gallenstoff, noch Picromel, noch Samen, noch wirklicher Käsestoff, noch wahrer Speichelstoff und die giftigen Secreta finden sich im Blute; zweitens können Bestandtheile der Secreta durch Imbibition zufällig ins Blut gelangen, ohne dass diess ein Beweis von der Existenz derselben als Constituentia des Blutes wäre. Endlich wäre die Existenz aller Secrete im Blute gar keine Erklärung; denn es entsteht nun die viel schwierigere Frage, wie sie z. B. von pflanzenfressenden Thieren erzeugt werden. Es erleidet gar keinen Zweifel, dass die wahren Secreta durch die Secretionsorgane selbst eben so aus einfacheren Bestandtheilen des Blutes gebildet werden, wie es von den festen Theilen gewiss ist.

Der chemische Process der Absonderung ist gänzlich unbekannt. Die einfache zu erklärende Aufgabe ist, wie es kommt, dass die secernirenden Wände sich aus demselben Blute zugleich ernähren, das heisst ähnliche Theile anziehen und in sich verwandeln und auch wieder unähnliche Theile abstossen oder absondern. Denn das Secretum ist durchgängig von dem secernirenden Organe chemisch verschieden. Die Drüsensubstanz besteht in der Regel nur in einem ungeronnenen, nach der Zerkleinerung leicht von Wasser löslichem, Eiweiss. Vgl. pag. 222. Ich fand die Elementartheile der Secretionsorgane immer grau, oder weissgrau, oder weissgelb; so sind sie selbst in der Leber beim Embryo weissgelbe Rispen und nur durch die blutigen Capillargefässnetze, welche dazwischen verlaufen, ist bei unbewaffnetem Auge das Ansehen braun. Gleichwohl ist das Secretum der Leber grün. Der Harn ist bei den eierlegenden Thie-

ren weiss, dennoch ist die Substanz der Nieren ganz verschieden, und man erkennt den grossen Unterschied in den Nieren ganz junger, eben ausgekrochener Vögel, wo der weisse Harn die feinsten Harnkanälchen bis auf die Oberfläche der Nieren anfüllt und gleichsam injicirt. Berzelius fand bei Untersuchung der Nierensubstanz nicht die charakteristischen Bestandtheile des Harns; *Thierchemie* 319. Die Substanz der Leber enthält zwar nach den Untersuchungen fette, auch in der Galle vorkommende Bestandtheile, und verwandelt sich leicht krankhaft in Fett, aber die wesentlichen Bestandtheile der Galle hat man darin noch nicht gefunden. Braconnot (*Ann. de chim. et phys.* 10. 189) fand in 81 Proc. löslichen Theilen der Leber 6 stickstoffarme Materie, 20 Eiweiss, 4 eigenthümliches ölartiges, sehr phosphorhaltiges Fett. Kuehn (Kastner's *Archiv* 13. 337) hat aus der Leber ein Fett ausgezogen, das sich bestimmt von Cholesterin unterschied. Dann ist auch noch zu bemerken, dass es fast unmöglich ist, eine von Galle reine Lebersubstanz zu untersuchen. Bleiben wir indess bei den absondernden Häuten stehen; die äussere Haut enthält keinen Hornstoff, den sie doch absondert, das Gewebe der Choriodea ist gereinigt ohne schwarzes Pigment.

Es ist also gewiss, dass das Secretum von dem Secernens chemisch verschieden ist, und dass die Secretion durch eine blosse Verflüssigung der schon vorhandenen Organtheile der Secretionsorgane nicht erklärt werden kann, dass vielmehr die secernirenden Wände, indem sie durch Ernährung Aehnliches anziehen, zugleich auch ein Verschiedenes abscheiden.

Bei der Ernährung anderer, nicht secernirender Organe, werden aus einem Theilchen Blut *a* durch das Organ die ähnlichen Bestandtheile angezogen, die unähnlichen in den Kreislauf zurückgegeben; bei der Secretion werden unähnliche nach Aussen abgestossen.

Man könnte sich nun vorstellen, dass bei der Zerlegung eines Bluttheilchens *a* durch ein Secretionsorgan, die Zerlegung so vollständig und rein wäre, dass das, was an das Organ zur Ernährung übergeht, und das, was abgesondert wird, zusammengedacht, wieder Blut ausmachte? Drückt man ein Molecul Blut durch *a*, ein Molecul der Materie des Secretionsorganes durch *x* aus, so wäre das Secret nach dieser Vorstellung $a - x$.

Ob dies richtig oder unrichtig ist, lässt sich jetzt gar nicht einmal untersuchen, daher ich mich denn auch durchaus nicht für jene Ansicht erklären, sondern sie als eine berücksichtigungswerthe Andeutung für fernere Untersuchungen hinstellen will. Jedenfalls passt diese an sich an so einfache und deswegen blendende Ansicht schon nicht auf diejenigen Absonderungen, wodurch aus dem Blute etwas entfernt wird, was anderswo gebildet worden, wie die Absonderung des Harnstoffs.

Dass das Secret in dem Laufe durch die feinen, und oft sehr langen, Drüsenkanälchen noch weiter ausgebildet werde, lässt sich eher vermuthen als beweisen. Diess war man immer geneigt vom Hoden anzunehmen. Da indess die Länge der Harnkanäle nicht minder ist, der Harn aber bloss Excret ist und kei-

ner Veredlung bedarf, so sieht man hieraus schon, dass man bei der Länge der Kanäle mehr die Grösse der absondernden Fläche, als die Veredluug des einmal Abgesonderten im Auge haben muss.

Die chemische Zusammensetzung der einzelnen Absonderungsflüssigkeiten ist bis jetzt für die Physiologie der Absonderung im Allgemeinen von wenig Interesse und nur für die Lehre von den Functionen, in welche die Secreta eingreifen, von Wichtigkeit; daher die Secreta unter den verschiedenen Abschnitten nachzusehen sind. Die allgemeiner vorkommenden Secreta sind bei den absondernden Häuten abgehandelt; als: Fett, Schleim, Serosität, Synovia; dagegen werden Galle, Speichel, Succus gastricus, pancreaticus bei der Verdauung, Harn und Schweiss bei den Ausscheidungen, Samen, Milch u. s. w. bei der Zeugung abgehandelt.

Ein wichtiger Gegenstand sind die mikroskopischen Kügelchen in gewissen Absonderungsflüssigkeiten, wie im Samen, in der Milch. In der Galle der Frösche fand ich überaus sparsame Körnchen, von ungleicher Form und Grösse, die grössten ohngefähr 5 mal kleiner als die Blutkörperchen des Frosches, andere noch kleiner; der grüne Theil ist aufgelöst. Weber beschreibt auch Körnchen der Galle. Im Speichel fand ich überaus sparsame Körnchen; Weber findet sie grösser als Blutkörperchen und durchsichtig; der grösste Theil der Speichelmaterie ist offenbar aufgelöst. So enthält auch der ganz durchsichtige Theil des Schleims nach Weber keine Körnchen, wohl aber die im Schleim vorhandenen Flocken. Meines Erachtens kann man den bei weitem grössten Theil der Materie des Speichels, der Galle, des Schleims so gut wie des Harns, als aufgelöst betrachten. Dagegen enthalten Samen, Milch, schwarzes Pigment und Eiter so viele Körnchen, dass dieselben zu den wesentlichsten Theilen derselben gehören müssen. Die Körnchen des schwarzen Pigments sind nach E. H. Weber ungleich und haben im Mittel 0,0015 p. Lin. oder $\frac{1}{8004}$ p. Z., sie sind daher ohngefähr halb so gross als die Blutkörperchen. In der Milch sind sie nach Weber sehr durchsichtig, rund, aber ungleich, im Mittel $\frac{1}{3}$—$\frac{1}{2}$ mal kleiner als die Blutkörperchen. Treviranus hält sie für Fettkügelchen, da sie nicht zu Boden sinken und das Licht stark brechen. Weber hält sie für zusammengesetzt aus Käse und Fett. Die Eiterkügelchen sind nach Weber rund und von $\frac{1}{3000}$—$\frac{1}{1500}$ p. Z., die meisten $\frac{1}{2400}$ p. Z., sie sind daher grösser und ohngefähr noch einmal so gross als Blutkörperchen. Alle diese Umstände beweisen, dass die in einigen Absonderungsflüssigkeiten vorkommenden Körnchen keine veränderten Blutkörperchen sind; die der Milch sind zu klein, die des Eiters zu gross dazu; letztere können nicht aus den Capillargefässen kommen, da sie selbst etwas grösser als die feinsten Capillargefässe sind. Ueberdiess ist eine Ausscheidung von Blutkörnchen im veränderten Zustande auch schon darum nicht möglich, weil damit die Zurückhaltung wirklicher Blutkörperchen unvereinbar wäre. Nach meiner Ansicht entstehen die Kügelchen der Milch, des schwarzen Pigments und des Eiters, entweder indem sie sich von der Substanz der absondernden Oberflächen abstossen, was bei den eiternden Oberflächen wahrscheinlich war, oder in-

dem der aufgelöste Thierstoff des Secretums, nach der Secretion, wie bei der Gerinnung des Eiweiss, zum Theil in Kügelchen sich formirt, was von der Milch und dem schwarzen Pigment wahrscheinlich ist. Autuenrieth erzählt folgende merkwürdige Beobachtung (*Physiol.* 2. 119.). Lässt man die wässrige Feuchtigkeit, welche nach abgewischtem Eiter aus der Oberfläche eines entzündeten Theils dringt, zwischen zwei durchsichtigen, feinen Talkblättchen in der Wunde liegen, so sieht man in ihr nach und nach feine, immer sich vergrössernde und undurchsichtig werdende Kügelchen sich bilden, aber diese nicht, wenn die Feuchtigkeit gänzlich aus der Atmosphäre lebender Theile entfernt wird. Auch Brugmans (*Diss. de pyogenia.* 114, Schroeder van der Kolk *observ. anat. path.* 21.) giebt an: dass, wenn eine eiternde Stelle abgespühlt worden, nun der Eiter als eine klare Flüssigkeit abgesondert und erst später dicker werde. Vgl. über diesen Abschnitt Wedemeyer, *Ueber den Kreislauf des Blutes;* Doellinger, *Was ist Absonderung? Würzburg* 1819.

## 2. Vom Einfluss der Nerven auf die Absonderung.

Ueber den Einfluss der Nerven auf die Absonderungen ist man noch sehr im Dunkeln. Es ist hier zuerst der bekannte, von A. v. Humboldt an sich selbst angestellte, Versuch zu erwähnen, wo er nämlich zwei Blasenpflaster auf die Schultergegend sich applicirte, die eine Wundstelle mit einer Silberplatte bedecken liess und mit einem Leiter von Zink die Kette schloss, worauf unter schmerzhaftem Brennen eine Flüssigkeit aus der Wunde floss, welche nicht mild und ungefärbt wie vorher, sondern roth gefärbt war und, wo sie herablief, den Rücken in blaurothen Striemen entzündete. (*Ueber die gereizte Muskel- und Nervenfaser. I.* 324.) Auch Most (*Ueber die grossen Heilkräfte des Galvanismus.* 1823) will in der galvanischen Kette, wenn er mit dem positiven Pol an der Ohrspeicheldrüse, mit dem negativen in der Hand, 10 Minuten lang schloss, verstärkte Absonderung von Speichel gesehen haben, der weder alkalisch noch sauer reagirte. Directe Versuche über den Einfluss der Nerven auf die Absonderung sind noch wenige angestellt worden; doch weiss man, dass nach Durchschneidung des Nervus vagus die Absonderung des Magensafts aufhört. Tiedemann und Gmelin, *Die Verdauung. I.* 340. Brodie (*Biblioth. de med. britt. Paris* 1814) zeigte durch eine Reihe von Versuchen, dass Arsenik nach Durchneidung des Nervus vagus und sympathicus nicht die reichliche Absonderung im Magen und Darmkanal hervorbringt, welche man sonst findet. Die Absonderung der Schleimhaut in den Lungen wird ferner nach der Durchschneidung jenes Nerven verändert und daher sind jene schäumig-blutigen Exsudationen abzuleiten.

Ueber den Einfluss des Nervensystems auf die Urinabsonderung, welcher im Allgemeinen durch das den Nervenzufällen gewöhnliche Phänomen des wasserhellen, an den gewöhnlichen Bestandtheilen armen Urins erhellt wird, hat Krimer (*Physiol. Untersuchungen*) Versuche angestellt. Derselbe will die Nerven der Nie-

ren durchschnitten und darauf die Absonderung des Urins untersucht haben, in welchem sich der Eiweiss- und Blutfärbestoff in demselben Grade vermehren sollen, wie die eigenthümlichen Bestandtheile des Urins sich vermindern. Nach Durchschneidung des Nervus vagus soll die Urinabsonderung fortgedauert haben; aber Rhabarber und blausaures Kali sollen nicht in den Urin übergehen, der ausserdem durch das in den Urin übergehende Blutserum specifisch schwerer werde, durch die Verbindung der durchschnittenen Nervenenden mit der Säule aber seine normale Beschaffenheit wieder erlange, und den Uebergang jener Substanzen zulasse. Nach der Durchschneidung des Rückenmarks in der Rücken- und Lendengegend werde der Urin wasserhell. Die Durchschneidung des sympathischen Nerven am Halse mache den Urin alkalisch und eiweisstoffhaltig; die Wirkung der voltaischen Säule stelle aber seine normale Beschaffenheit wieder her. Siehe Lund (*Physiologische Resultate der Vivisectionen neuerer Zeit. Kopenhagen* 1825 *pag.* 204), wo die Versuche von Krimer ausgezogen sind. Aehnliche Beobachtungen hat Brachet (*Récherches expériment. sur les fonctions du systéme nerveux ganglionaire. Paris* 1830. *pag* 269.) durch Unterbrechung des Nerveneinflusses in den Nierennerven gemacht. Er durchschnitt die Nierenarterie eines Hundes, nachdem er sie vorher vor und hinter der Durchschnittsstelle zweimal unterbunden, und verband die beiden Stücke der Nierenarterie durch eine eingebundene Kanüle, so dass die Nierennerven durchschnitten waren, ohne dass den Nieren der Zufluss des Blutes abgeschnitten war. Die hierauf innerhalb mehrerer Stunden aus dem Ureter aufgefangene Flüssigkeit war roth und theilte sich in fibröses Gerinnsel und Serum. Die Wiederholung dieses Versuchs gab dieselben Resultate. Dagegen hat die Durchschneidung der Nervi vagi keinen Einfluss auf die Urinsecretion.

Wenn diese Versuche richtig sind, so hört die chemische Wirkung der in jeder Drüse eigenthümlichen Drüsensubstanz, die unter dem Nerveneinfluss sich erhält, ohne diesen auf, indem die Bestandtheile des Blutes exsudiren. Der Einfluss der Nerven kann nun bei jeder Drüse entweder verschieden und eigenthümlich seyn, oder er ist, was wahrscheinlicher ist, bei allen Drüsen gleich, und es bedarf zur Belebung durch ihn bloss, dass die specifische Drüsensubstanz chemisch wirksam wird. Auch die täglichen Lebenserfahrungen geben vielfältige Beweise von dem Einflusse der Nerven auf die Absonderung. Man weiss, dass Minderung des Nerveneinflusses in dem Froststadium der Fieber alle Absonderungen nicht bloss vermindert, sondern sie auch arm an ihren natürlichen Bestandtheilen macht, und dass sich diese mit dem Wiedereintritt des Turgors auch wieder einstellen. Man weiss, dass die Trockenheit der Schleimhäute und der Haut oft Zeichen eines verminderten Einflusses der Nerven in den acuten Krankheiten sind. Hierzu kommen die häufigen Erfahrungen über den Einfluss der Leidenschaften auf die Absonderung, z. B. der Thränen, der Galle, der Milch, ja selbst der Gemüthsbewegungen auf die Beschaffenheit der Secretion und des Zustandes der Wunden. Vgl. oben pag. 355.

Man hat sogar behauptet die Gegenwart des Füllens auf die Milchsecretion der Mutter Einfluss habe. Ohne auf die Erzählungen von der giftigen Wirkung des Speichels nach Bissen von gereizten Thieren irgend einen Werth zu legen, da die Erscheinungen im Allgemeinen vielleicht nur die der Bisswunden überhaupt sind, so ist doch die Thatsache bekannt genug und unzweifelhaft, dass nicht allein durch die Gegenwart der Speisen im Munde die Secretion des Speichels vermehrt wird, sondern dass auch die Vorstellung leckerer Speisen die Secretion des Speichels bethätigt. Wäre es möglich, den Einfluss der Nerven eines absondernden Organes ganz aufzuheben, so würde man vielleicht wie nach Durchschneidung des Nervus vagus in Hinsicht des Magensaftes, immer finden, dass die Bildung der specifischen Secrete durch den mangelnden Nerveneinfluss gänzlich aufgehoben wird. Ich bin weit entfernt zu glauben, dass die von dem Leben abhängende chemische Wirksamkeit der Drüsensubstanz nicht einen eben so grossen Einfluss auf die Secretion der Drüsen habe; aber diese chemische Wirksamkeit der Drüsensubstanz, welche in verschiedenen Drüsen verschieden ist, kann sich wahrscheinlich nur unter dem Einflusse der Nerven unterhalten.

Auf den ersten Blick scheinen sowohl Cerebrospinalnerven als sympathische Nerven zur Regulation der Absonderung fähig zu seyn. Bekannt ist die Verzweigung des Lingualis in der Submaxillardrüse und Sublingualdrüse, des Nervus glossopharyngeus in den Tonsillen, eines Zweiges des Nervus tibialis in der Kapsel des Kniegelenks. Arnold nimmt an, dass die Zweige des ganglion submaxillare mehr dem Wharton'schen Gange eigen und bei den Ausspritzungen des Speichels thätig sind, als der Drüse selbst angehören und dass die Speicheldrüsen von den, ihre Arterien begleitenden sympathischen Zweigen beherrscht werden. Indessen werden auch die Cerebrospinalnerven höchst wahrscheinlich von Fasern des Sympathicus begleitet, wie wenigstens Retzius vom zweiten Aste des N. trigeminus bei Thieren gezeigt hat, und wie bei den Thieren an den vielen grauen Nerven zu sehen ist, welche vom Ganglion oticum über den Nervus buccinatorius hingehen. Nach halbseitigen Lähmungen des Gehirns und Rückenmarks ist die Absonderung der Haut auf der leidenden Seite bald verändert, bald nicht verändert.

### 3. Von den Veränderungen der Absonderung.

Die Absonderung kann von örtlichen sowohl als allgemeinen Ursachen verändert werden.

Der Zustand eines absondernden Organes modificirt nicht bloss die Quantität sondern auch die Qualität der Absonderung, der Harn ist nach Nervenzufällen wässrig und arm an den näheren Bestandtheilen; der Schleim ist in den verschiedenen Stadien des Schnupfens verschieden, Anfangs wässrig und salzig, später consistent; endlich hebt die Entzündung in der Regel in jedem Absonderungsorgane die specifische Absonderung, wie in jedem Organe die Function auf. In Beziehung auf Reiz verhalten sich

die Absonderungsorgane eigenthümlich; derselbe vermehrt Anfangs die Absonderung. Dieser Zustand vermindert sich in demselben Grade, als die Reizung in Entzündung übergeht. Im erschlafften Zustande der Absonderungsorgane mit Auflockerung, vermehren die Absonderungen sich in der Regel, wo jedoch das Secret an Consistenz verliert. Im erschlafften Zustande mit Verdichtung des Gewebes des Absonderungsorgans, wird die Absonderung vermindert. Diess wiederholt sich in allen Absonderungsorganen, in den Schleimhäuten der Nase, der Conjunctiva, auf der äussern Haut. Alles dieses beobachtet man an den natürlichen wie krankhaften Absonderungen auf gleiche Art; das gereizte Geschwür sondert reichlichen Eiter ab; die Verstärkung des entzündeten Zustandes hebt die Absonderung auf; das erschlaffte Geschwür mit aufgelockerten Wänden sondert reichliche wässrige Secrete ab, das erschlaffte Geschwür mit verdichtetem Gewebe von Entzündungsproducten sondert sparsam ab.

Der aufgehobene Nerveneinfluss vermindert die natürlichen Bestandtheile eines Absonderungsorganes; der Harn wird in Nervenzufällen wasserhell, die Haut in Fiebern mit geschwächtem Einfluss des Nervensystems trocken, die Haut ist im Froststadium des Fiebers trocken. Aber räthselhaft ist, dass eine viel stärkere Entziehung des Nerveneinflusses, wie in der Ohnmacht die Absonderung so ungemein vermehren kann, wie beim kalten Schweiss, bei der Diarrhoe von Schrecken, Angst. Die qualitativen Veränderungen der Secreta durch veränderten Nerveneinfluss, kennt man mehr aus den schädlichen Wirkungen dieser Secreta, wie der Milch, der Galle nach Leidenschaften, als aus chemischen Untersuchungen.

Dadurch, dass alle Absonderungen durch die Entziehung gewisser Bestandtheile des Bluts auf die Mischung desselben wirken, kann eine Absonderung aus demselben nicht verändert werden, ohne dass das Gleichgewicht, welches die verschiedenen Absonderungen gegen einander in Hinsicht ihrer Wirkung auf das Blut hatten, gestört wird; daher die Vermehrung einer Absonderung die Verminderung einer anderen zur Folge hat, was man den Antagonismus der Secretionen nennt. Auf dem Prinzip dieses Antagonismus beruht die Hervorrufung mancher künstlichen um krankhafte aufzuheben. Hierbei finden folgende Gesetze statt:

1. Die Vermehrung einer Absonderung in einem Gewebe *A*, welches weniger reizbar als das Organ *B* ist, kann in dem Organe *B* die Absonderung nicht antagonistisch vermindern, daher z. B. künstlich erregte Absonderungen in der Haut, wie durch Blasenpflaster, in der Nähe des Auges, bei Augenentzündungen, fruchtlos sind, weil das Auge reizbarer als die Haut selbst ist.

2. Die Vermehrung einer Absonderung in einem gewissen Gewebe *A* kann nicht vermindert werden durch Hervorrufung derselben Absonderung in einem anderen Theile des Gewebes *A*, im Gegentheil wird die Absonderung in allen Theilen desselben Gewebes eher verstärkt als vermindert, weil die verschiedenen Theile eines Gewebes nicht in einem antagonistischen, sondern in einem sympathischen Verhältnisse stehen. Man kann also eine Blennor-

rhöe der Genitalien oder Harnwerkzeuge durch eine künstlich erregte Diarrhöe nicht antagonistisch heilen.

3. Dagegen stehen diejenigen Gewebe oft in einem antagonistischen Verhältnisse der Absonderung, welche nicht zu derselben Classe der Gewebe gehören. So bewirkt die Vermehrung der Absonderung durch die Haut eine Verminderung der wässrigen Absonderung durch die Nieren. Im Sommer ist die Hautausdünstung stärker und die Nierenabsonderung verhältnissmässig geringer; im Winter findet das umgekehrte Verhältniss statt. Bei der Ablagerung wässriger Flüssigkeiten im Zellgewebe und in den serösen Häuten ist die äussere Haut trocken und der Urin sparsam, und der Fluss des Urins steht in geradem Verhältnisse mit der Abnahme der wassersüchtigen Anschwellung. Durch Unterdrückung der Hautausdünstung, durch Erkältung, entstehen Blennorrhöen der Schleimhäute, in den Lungen und im Darmkanal.

4. Nur am Ende der colliquativen Krankheiten beschränken sich die Absonderungen nicht gegenseitig mehr, sondern alle werden zuletzt durch Erschlaffung der Gewebe vermehrt, wie denn durch den sogenannten colliquativen Zustand, z. B. colliquative Diarrhöen, Schweisse und Wasserergiessungen vor dem Tode bei den Phthisikern entstehen.

5. Gewebe, welche gegen einander in Antagonismus treten, werden bestimmt theils dadurch, dass sie einigermassen ähnliche Flüssigkeiten im natürlichen Zustande absondern, gleichwie die Verminderung der Wasserausscheidung durch die Nieren auf die Vermehrung der Wasserausscheidung durch die Haut wirken muss; oder das antagonistisch erregte Absonderungsorgan war ohnehin schon zu krankhafter Thätigkeit prädisponirt. So bewirkt die Erkältung bei demjenigen eine Affection der Schleimhaut der Lungen, welcher zu dieser schon vorher disponirt war, bei Anderen aber aus denselben Gründen leichter eine Veränderung der Schleimabsonderung im Darmkanal. Vgl. Heusinger, *Ueber den Antagonismus der Excretionen;* desselben *Zeitschrift für organ. Physik. Bd. I.*

Zuweilen bewirkt die Unterdrückung der Absonderung an einem Orte das Erscheinen desselben Fluidums an einem anderen Orte. Dieses geschieht vorzüglich leicht bei denjenigen Absonderungsflüssigkeiten, welche als solche schon im Blute vorhanden sind. Vicarirende Blutungen für die Menstruation lassen sich nicht läugnen, und die Unmöglichkeit, den im Blute bereits vorhandenen Harnstoff (siehe pag. 148) durch gänzlich zerstörte Nieren mit dem Harne abzusondern, muss mit Harnstoff geschwängerte Ausscheidungen in allen übrigen Theilen des Körpers zur Folge haben können. Nysten (*Récherches de chimie et de physiologie pathol. Paris* 1811. *pag.* 263—293) hat die Existenz von Harnstoff in bei gänzlicher Harnverhaltung ausgebrochenen Flüssigkeiten constatirt, und an der Ablagerung harnsauren Natrons in den Gichtknoten ist kein Zweifel.

Ist aber ein Absonderungsstoff als solcher nicht schon im Blute vorhanden, so kann die Unterdrückung dieser Absonderung in dem dazu bestimmten Apparat nicht dieselbe Absonderung in an-

deren Theilen metastatisch verursachen, und was man auch hiefür angeführt hat, beruht auf schlechten Gründen.

Nach verhaltener Aussonderung der Galle kann zwar die schon einmal abgesonderte Galle resorbirt ins Blut gelangen und von dort aus in anderen Theilen sich ablagern. Dies ist aber ein ganz anderer Fall, der keine Aehnlichkeit mit demjenigen hat, wo ein Absonderungsorgan ganz entfernt wird; hier ist kein Apparat mehr dazu vorhanden, wie nach Exstirpation des Hoden die Bildung des Samen unmöglich wird. Die oft wiederholte Lehre von der Möglichkeit, dass alle spezifischen Absonderungen selbst nach Zerstörung ihrer Absonderungsorgane aus dem Blute sich wiedererzeugen können, hat gar keine thatsächliche Basis; denn alle dafür angeführten Gründe sind bloss von denjenigen Fällen hergenommen, wo die Absonderung in dem ursprünglichen Organ nicht aufgehoben, sondern die Weiterförderung des Secretes durch mechanische Hindernisse gehemmt war, oder wo der Absonderungsstoff als solcher im Blute schon vorhanden war, wie es vom Harnstoff nach Prevost und Dumas Untersuchungen bekannt ist. Die einzige Absonderung, deren Bestandtheile im Blut nicht als solche vorhanden sind, welche sich aber immer und an allen Orten wiedererzeugen kann, indem sich mit der Entzündung das Organ dazu von neuem bildet, ist die Eiterung.

In allen Fällen, wo nach gänzlicher Unterdrückung einer Absonderung eine antagonistische entsteht, zu der der Stoff nicht als solcher aus dem Blut genommen werden kann, ist die antagonistische Absonderung auch durchaus von der ursprünglichen verschieden, und hat nur so viel Aehnlichkeit mit der ersten, als die näheren Bestandtheile der Absonderung des zweiten Organes es zulassen. Wahre Milchversetzungen giebt es z. B. nicht; Autenrieth bemerkte schon, dass dergleichen Versetzungen durch Mangel an den wesentlichen Bestandtheilen der Milch, nämlich des Milchzuckers und der Butter, sich unterscheiden. Diese Ausscheidungen bestehen vielmehr nur aus den näheren Bestandtheilen des Bluts, welche zur Umwandlung von Blut in Milch hätten verwandt werden können, z. B. Eiweiss. Ueber die Unstatthaftigkeit der Eitermetastasen und die Missverständisse, welche durch Unkenntniss der hierbei stattfindenden pathologischen Vorgänge entstehen, habe ich schon pag. 262. gehandelt.

Die Drüsenkanälchen scheiden das Secret immer nach innen ab (vergl. p. 446.), nur in seltenen Fällen scheint die neugebildete Materie sogleich auch weiter und ins Blut zu gelangen, wie bei der nach Gemüthsbewegungen entstehenden Form der Gelbsucht.

### 4. Von der Ausführung der Secreta.

Die Ausführungsgänge der Drüsen enthalten in ihrem Innern eine Schleimhaut, welche äusserlich mit einer äusserst dünnen Schicht von muskulösem Gewebe umlagert ist. Die Existenz von Muskelfasern lässt sich hier zwar anatomisch nicht nachweisen, aber aus physiologischen Gründen lässt sich daran nicht zweifeln; denn von den meisten Ausführungsgän-

gen weiss man, dass sie auf Reize sich zusammenziehen können. So hat RUDOLPHI schon die Zusammenziehungsfähigkeit des Ductus choledochus der Vögel beobachtet. Ich habe dieses Phänomen öfter gesehen, wenn ich bei einem eben getödteten Vogel den Ductus choledochus mechanisch oder galvanisch reizte; die darauf erfolgende Zusammenziehung des Ganges ist ungemein stark und dauert Minuten lang, worauf sich der Gang wieder, wie vorher, erweitert. Auf gleiche Art habe ich bei Kaninchen sowohl als bei Vögeln an den Ureteren auf starken galvanischen Reiz örtliche starke Zusammenziehungen eintreten gesehen. So hat TIEDEMANN Bewegungen an dem Ductus deferens des Pferdes auf angebrachten Reiz beobachtet. TIEDEMANN, *Ueber die Wege, auf welchen u. s. w. p.* 22. Es scheint sogar, dass periodische wurmförmige Bewegungen an diesen Ausführungsgängen statt finden, wenigstens gilt dieses von dem Ductus choledochus der Vögel; denn an diesem habe ich bei einem eben getödteten Vogel regelmässig in Pausen von mehreren Minuten Zusammenziehungen beobachtet, worauf jedesmal der Gang sich wieder erweiterte. Diese Zusammenziehungen fanden in jenem Fall merkwürdiger Weise aufsteigend statt, nämlich vom Darmkanal gegen die Leber hin, und werfen ein Licht auf die Art, wie die Galle zu gewissen Zeiten, statt durch den D. choledochus auszufliessen, vielmehr zurückgehalten und in das Divertikel des Gallengangs, nämlich die Gallenblase, getrieben wird, wozu denn auch noch die vollkommne Verschliessung der Mündung des Ductus choledochus beitragen mag. Zur Zeit der Verdauung, wo die Galle der Gallenblase ausgeleert wird, erfolgt diese Ausleerung wahrscheinlich bloss durch die Oeffnung des Ductus choledochus unter dem Druck der umliegenden Theile und der Bauchmuskeln aus; denn die Gallenblase kann sich höchst wahrscheinlich nicht zusammenziehen, wenigstens konnte ich an der Gallenblase der Säugethiere und der Vögel, selbst bei dem heftigsten Reiz durch eine galvanische Säule, keine Zusammenziehung bewirken, und es unterscheidet sich dieses Divertikel von den im Ganzen ähnlichen Divertikeln anderer Ausführungsgänge, nämlich der Urinblase und den Samenbläschen.

Die Beschaffenheit der inneren Haut der Ausführungsgänge und die Contractilität ihrer mittlern Haut beweist offenbar, dass diese Gänge blosse Ausstülpungen der Schläuche sind, in welche sie führen, wie der Ductus choledochus und pancreaticus aus denselben Schichten bestehend, Fortsetzungen der Häute des Duodenums sind.

Welchen Antheil die Contractilität der Ausführungsgänge an der oft plötzlichen Ausscheidung des Speichels und der Thränen habe, will ich hier nur fraglich andeuten. Auch will ich hier noch bemerken, dass, da die Contractilität der Ausführungsgänge der Drüsen factisch erwiesen ist, der Krampf dieser Theile keine blosse Einbildung der Aerzte ist.

---

## *IV. Abschnitt.* Von der Verdauung, Chylification und Ausscheidung der zersetzten Stoffe*).

### *I. Capitel.* Von der Verdauung im Allgemeinen.

Die Nahrung der Thiere sind thierische Substanzen und Vegetabilien; einige leben nur von diesen, andere nur von jenen, andere von beiden zugleich, wie auch der Mensch, der bei bloss animalischer Nahrung so gut wie bei bloss vegetabilischer Nahrung ausdauert, und nach diätetischen Erfahrungen, auch nach seinem gemischten Zahnbau der gemischten Kost bestimmt scheint. Sowohl in der Pflanzennahrung als in der thierischen Kost sind die gewöhnlichen Salze enthalten, welche als nothwendige Bestandtheile des Organismus auch als Nahrungsstoff im relativen Sinne betrachtet werden können. Von blossen mineralischen Stoffen lebt kein Thier; nur aus Noth oder Vorurtheil, um den Bauch zu füllen, wird zuweilen von Menschen Erde theils allein, theils mit organischen Substanzen genossen, wie von den Otomaken und Guamos am Oronoco und von den Bewohnern von Neuschottland bekannt. Es leidet keinen Zweifel, dass diese Befriedigung nur eine Täuschung ist, es scheint auch nicht, dass die von jenen Völkern genossene Erde zufällig Nahrungsstoffe enthalte; in dem von den Neuschottländern genossenen Steatit hat Vauquelin keine Nahrungsstoffe gefunden. Siehe v. Humboldt's *Reise*. 4. 557. Rudolphi's *Physiol.* 2. 18.

Im Thier- und Pflanzenreich scheinen alle Stoffe nahrhaft zu seyn, welche einer leichten Auflösung durch thierische Flüssigkeiten fähig sind, welche keine dem Thierstoff eines Thieres zu heterogene Combination der Elemente enthalten oder welche keine hervorstechenden chemischen Eigenschaften und keine Tendenz haben, sich auf Kosten der lebendigen Verbindungen binär chemisch zu combiniren. Was die letzten Eigenschaften hat, entweder heterogen oder von chemisch eigenthümlichen Affinitäten ist, ist entweder Arzneikörper oder (im relativen Sinne) Gift. Dass auch die narcotischen Gifte, welche keine sichtbaren Veränderungen im Organismus und nicht wesentlich Entzündungen bewirken, durch feinere Umwandlung der Materie vergiften, indem sie durch heterogene und chemisch eigenthümliche Stoffe Zersetzungen und

---

*) Die hier zu untersuchenden Processe sind zusammengesetzter als die vorhergehenden; die Kenntniss der Bewegung der Säfte, der Resorption, der Thätigkeit der lymphatischen Gefässe, der Absonderungen wird zu ihrer Untersuchung vorausgesetzt, daher diese Materien sämmtlich vor dem nun zu betrachtenden Gegenstande abgehandelt werden mussten. Dagegen werden nun bei der Darstellung der Vorgänge der Verdauung weitläufige Erklärungen über diese Functionen, die auch ausser den Verdauungsorganen in vielen andern Theilen wirksam sind, vermieden werden können.

binäre Combinationen verursachen, ist mir sehr wahrscheinlich, theils durch ihren Gehalt an vegetabilischen Alcaloiden, theils durch Fontana's Beobachtungen, dass die wirksamsten narcotischen Gifte, Viperngift und Ticunasgift, materielle Umwandlungen bewirken, indem beide zu frischem Blut ausser der Ader gemischt, dessen Gerinnbarkeit verhindern, Viperngift in Wunden lebender Thiere gebracht, aber das Blut schnell gerinnen macht. Ueber vegetabilische Gifte siehe die toxicologischen Werke, über thierische Gifte Rudolphi l. c. Der Begriff von Gift ist sehr relativ. Schlangengift zersetzt die thierischen Säfte, wenn es in's Blut gebracht wird, scheint dagegen im Darmkanale zersetzt und unschädlich gemacht zu werden. Viperngift wirkt auch in den Wunden der niederen Wirbelthiere, namentlich der Amphibien, bei Fröschen, Blindschleichen nur sehr langsam und bei Schlangen, wie es scheint, oft gar nicht. Doch sind die meisten Narcotica in grösseren Gaben auch für die niederen Thiere tödtlich. Die Blausäure tödtet den Blutegel so gut wie den Menschen, Opium, Nux vomica scheint fast für alle giftig (mit Ausnahme des Vogels Buceros Rhinoceros, der von Krähenaugen leben soll).

Die einfachsten Nahrungsstoffe sind aus dem Pflanzenreich:

1. Die säuerlichen Säfte vieler Pflanzen und Früchte.

2. Das Stärkmehl (*Amylum*) in den Samen der Gräser, der Hülsenfrüchte, in den Knollen der Kartoffeln, in der Sagopalme, im Lichen island.

3. Der Schleim (*Mucilago*) in Wurzeln und Samen und als Gummi (verschieden vom thierischen Schleim, in Wasser löslich).

4. Der Zucker im Safte vieler Pflanzen, auch ihrer Früchte.

5. Das fette Pflanzenöl in Samen und einigen Wurzelknollen.

6. Das Pflanzeneiweiss (*Albumen*) in der Pflanzenmilch, in der Milch des Milchbaums, in emulsiven Samen.

7. Der Kleber (*Gluten*), meist mit Eiweiss verbunden, in den Getreidearten und anderen Samen, auch in süssen Früchten.

8. Fungin in den Schwämmen.

Viele andere Stoffe, wie weingeistige und aromatische, sind mehr Reizmittel der Verdauungsorgane als Nahrungsmittel. Unverdaulich sind die Pflanzenfaser, die Hülsen der Samen, die meisten Harze, Farbstoffe, Extractivstoffe, die Haare, Federn, Horn, Klauen, Schuppen, Insectenschalen und überhaupt aller Hornstoff.

Die Hauptnahrungsstoffe des Thierreichs sind:

1. Gelatina in den Sehnen, Knochen, Knorpeln, in der äussern Haut, dem Zellgewebe und vorzüglich in sehr jungen Thieren (Eigenschaften siehe oben p. 127.).

2. Eiweiss (*Albumen*) vorzüglich in den Eiern, Gehirn und Nerven, im Blute etc. (Eigenschaften s. oben p. 123.).

3. Faserstoff (*Fibrina*) im Fleisch und Blut der Thiere (Eigenschaften s. oben p. 120.).

4. Das thierische Oel und Fett (Eigensch. s. oben p. 125, 411.)

5. Der Käsestoff in der Milch mit thierischem Fett (Butter) und im Käse (Eigenschaften s. unten im 8. Buche bei dem Artikel Milch).

Der letzte Zweck der Verdauung ist 1. die Auflösung der Nahrung, weil nur Aufgelöstes fähig ist zur Aufnahme in resor-

birende Gefässe, und 2. eine Reduction dieser verschiedenen Bestandtheile in das einfachste Material der thierischen Processe, in Eiweiss, welches sich in dem verdauten Speisesafte theils aufgelöst, theils in Kügelchen enthalten zeigt. Die Verdauung hat also zum Wesen, dass sie nicht allein die Stoffe auflöst, sondern dass sie alle eigenthümlichen Qualitäten, welche den organischen Stoffen von ihren Quellen noch zukommen, tilgt, dass sie die Nahrungsstoffe auflöst und alles in Eiweiss verwandelt. Hierzu sind ausser der mechanischen Zertrümmerung chemische Einflüsse, Verdauungssäfte nöthig. Diejenigen Substanzen sind nun am leichtverdaulichsten und nahrhaftesten, welche am löslichsten und bei welchen die Reduction in Eiweiss am leichtesten, oder welche selbst eiweisshaltig sind; und so ist der Dotter als eine concentrirte Auflösung von Eiweiss (mit Dotteröl) der Nahrungsstoff selbst, aus welchem der Embryo unmittelbar assimilirt und der keiner vorbereitenden Verdauung bedarf. Alles wird aber unverdaulich seyn, welches wegen seiner unauflöslichen Beschaffenheit (wie Holzfasern, Hülsen) keinen Nahrungsstoff abgeben kann, oder selbst eine chemische Qualität geltend macht, welche die im Organismus von der organischen Kraft im Gleichgewicht gehaltene Tendenz der Elemente, binäre Verbindungen einzugehen, entfesselt. Man muss übrigens zwischen leicht verdaulichen und nährenden Stoffen unterscheiden. Ein Stoff kann durch seine leichte Auflöslichkeit in einer Hinsicht leicht verdaulich, aber doch wenig nährend seyn, weil er durch seine Zusammensetzung weniger leicht in Eiweiss verwandelt werden kann. Andere Stoffe, die an sich, einmal aufgelöst, wohl nährend sind, können durch ihre schwere Auflöslichkeit für schwache Verdauungskräfte schwer verdaulich seyn. Zu einer guten Nahrung gehört also nicht allein leichte Auflöslichkeit, sondern auch nährende Beschaffenheit. Je entfernter eine Substanz in Hinsicht ihrer Zusammensetzung von dem Eiweiss ist, um so weniger ist sie nährend, und um so grössern Aufwand der Verdauungskräfte nimmt sie zu ihrer Verwandlung in Anspruch.

Käme es bei der Verdauung bloss auf die Auflösung an und enthielten alle Nahrungsstoffe eine gewisse Menge eines und desselben Nutrimentes, das keiner weitern chemischen Veränderung bedarf, so könnte die Verdaulichkeit darnach bestimmt werden, wie leicht ein Stoff auflöslich ist, wie viel Nutriment von dem Darmkanal aus ihm ausgezogen werden kann und wie leicht diese Ausziehung des Nutrimentes aus den übrigen Beimischungen ist. Dieser unrichtige Begriff von Nahrungsstoff liegt dem Hippocratischen Satz zu Grunde, dass es verschiedene Arten der Alimente, aber nur ein Alimentum gebe. Die in Eiweiss zu verwandelnden Stoffe enthalten aber zum Theil kein präformirtes Eiweiss in sich, wie die vegetabilischen Nahrungsmittel. Das Alimentum in jenem Hippocratischen Sinne entsteht daher erst durch die Verdauung, indem die in Hinsicht ihrer Zusammensetzung von dem Eiweiss verschiedenen Nahrungsstoffe erst in die Zusammensetzung des Alimentum umgewandelt werden müssen.

Auf eine wichtige Unterscheidung der Nahrungsmittel in stick-

stoffreiche, stickstoffarme und stickstofflose hat MAGENDIE aufmerksam gemacht. *Physiol. ed.* 2. *t.* 2. 486. MECKEL's *Archiv.* 3. 311. Nahrungsmittel, welche wenig oder keinen Stickstoff enthalten, sind die zuckerhaltigen und säuerlichen Früchte, die Oele, Fette, die Butter, die schleimigen Vegetabilien, der raffinirte Zucker, die Stärke, das Gummi, der Pflanzenschleim, die vegetabilische Gallerte. Hierher gehören die Getreidearten, der Reis, die Kartoffel. Stickstoffhaltig dagegen sind Pflanzeneiweiss, Kleber, Fungin der Schwämme und einige in verschiedenen Pflanzen vorkommende, dem Fleischextract ähnliche Stoffe. Sie finden sich vorzüglich in den Samen der Gräser, in den Stengeln und Blättern der Gräser und Kräuter. Auch die Leguminosen (Linsen, Erbsen, Bohnen), die Mandeln, die Nüsse gehören hierher. Aus dem Thierreiche sind zu nennen: die Gelatina, das Eiweiss, der Faserstoff, der Käsestoff. Ausser dem Fett enthalten die meisten thierischen Theile vorzüglich mehr oder weniger Stickstoff. Einige Schriftsteller haben für eine Quelle des Stickstoffs in den thierischen Körpern das Athmen aus der Atmosphäre gehalten, andere haben angenommen, dass sich Stickstoff in Thieren aus anderen Elementen erzeuge. Hierbei stützte man sich auf das Beispiel der pflanzenfressenden Thiere, die sich von stickstofflosen oder stickstoffarmen Stoffen nähren sollen, auf das Beispiel der Neger, welche lange Zeit bloss von Zucker sich nähren. MAGENDIE bemerkt hiergegen, dass fast alle Vegetabilien, von denen sich Thiere und Menschen nähren, mehr oder weniger Stickstoff enthalten, dass der unreine Zucker ziemlich viel Stickstoff enthalte, dass die Völker, die sich mit Reis, Mais, Kartoffeln nähren, Milch oder Käse hinzufügen. MAGENDIE hat sehr dankenswerthe Versuche über die Nährung von Thieren (Hunden) aus blossen stickstofflosen Mitteln, wie raffinirtem Zucker, mit destillirtem Wasser, gemacht. Die ersten 7—8 Tage waren die Thiere munter, frassen und tranken wie gewöhnlich, in der zweiten Woche fingen sie an abzumagern, obgleich der Appetit immer gut war und täglich 6—8 Unzen Zucker verzehrt wurden. Die Abmagerung steigerte sich in der dritten Woche, die Kräfte nahmen ab, die Thiere verloren die Munterkeit und den Appetit. Zu dieser Zeit entwickelte sich auf beiden Augen eine Exulceration der Cornea mit Ausfluss der Augenfeuchtigkeiten — ein Phänomen, was sich bei wiederholten Versuchen bestätigte. Obgleich die Thiere noch täglich 3—4 Unzen Zucker frassen, so wurden sie doch zuletzt so schwach, dass sie zu aller Bewegung unfähig waren, und der Tod erfolgte am 31—34. Tage. (Man muss hierbei erwägen, dass Hunde ohne alle Nahrung fast eben so lange aushalten.) Bei der Section fand sich alles Fett verzehrt, die Muskeln waren sehr an Volumen vermindert, Magen und Darmkanal sehr zusammengezogen, Gallenblase und Urinblase ausgedehnt. CHEVREUL fand den Urin, wie bei den Pflanzenfressern, nicht sauer, sondern alcalisch, aber auch ohne Spur von Harnsäure und Phosphaten. Die Galle enthielt viel Picromel, woran die Galle der Herbivoren reich ist, das man aber seitdem auch in der Galle von Fleischfressern entdeckt hat. Die Excremente enthielten sehr

wenig Stickstoff, dessen sie sonst viel enthalten. Um auszumitteln, ob diese Wirkungen dem Zucker eigenthümlich sind, oder nur von seinem Stickstoffmangel herrühren, fütterte Magendie Hunde mit Olivenöl und Wasser. Während 15 Tagen befanden sie sich wohl. Darauf traten mit Ausnahme der Ulceration der Cornea dieselben Phänomene wie bei den mit Zucker gefütterten ein, und der Tod erfolgte am 36. Tage. Urin, Galle verhielten sich gleichwie in den vorhergehenden Versuchen. Hunde mit Gummi gefüttert, was mit anderen Mitteln zusammen sehr nahrhaft, aber keinen Stickstoff enthält, zeigen dieselben Phänomene. Eine blosse Nahrung von Butter ertrug ein Hund sehr wohl 14 Tage lang, darauf wurde er mager und schwach, und starb am 36. Tage, obgleich er am 32. Tage Fleisch erhalten hatte. Das eine Auge ulcerirte, Urin und Galle verhielten sich wie in den früheren Versuchen. Magendie überzeugte sich durch andere Versuche, dass gleichwohl Zucker, Gummi und Oel verdaut wurden und Chylus bildeten, dass also der Chylus nur keine nährenden Eigenschaften hatte. Diesen Versuchen kann man die Bemerkung hinzufügen, dass in Dänemark Verurtheilung zu Brot und Wasser auf 4 Wochen mit der Todesstrafe gleichgesetzt wird, und dass Stark's Versuche an sich selbst mit Monate langer Zuckerkost seinen Tod bewirkten, nachdem er äusserst schwach und gedunsen, rothe Flecke im Gesicht bekommen hatte, welche drohten in Geschwüre aufzubrechen. Durch diese Versuche hat Magendie auch einiges Licht auf die Ursachen und die Behandlung der Gicht und des Harngrieses geworfen. Die von diesen Krankheiten befallenen Personen sind meist wohllebende Fleischesser; die meisten Harnsteine, der Harngries, die Gichtknoten und der Schweiss der Gichtischen enthalten Harnsäure, eine Substanz, die sehr reich an Stickstoff ist. Durch Verminderung der stickstoffhaltigen Nahrungsmittel kann man daher wohl der Gicht und der Bildung des Harngrieses zuvorkommen und sie mit Erfolg behandeln.

Tiedemann und Gmelin haben Magendie's Versuche bestätigt. Sie fütterten verschiedene Gänse, die eine mit Zucker, die andere mit Gummi, die dritte mit Stärke; alle erhielten zugleich Wasser. Die Gänse nahmen hierbei beständig an Gewicht ab. Die mit Gummi gefütterte starb den 16., die mit Zucker den 22. und die mit Stärke den 24., eine andere den 27. Tag, nachdem sie $\frac{1}{6}$ bis $\frac{1}{2}$ ihres Gewichts verloren hatten. Indessen starb eine Gans, die mit gekochtem und zerhacktem Eiweiss gefüttert wurde, trotz der stickstoffreichen Nahrung und des Appetits der Gans, ausgehungert am 46. Tage, nachdem sie fast $\frac{1}{2}$ des Gewichts verloren hatte.

Diese Versuche würden wie die von Magendie sehr beweisend seyn, wenn man bei demselben Thiere mit verschiedenen stickstofflosen Substanzen in der Nahrung abgewechselt hätte. Denn da, wie sich auch aus den folgenden Versuchen von Magendie ergiebt, das unausgesetzte Darreichen einer stickstoffhaltigen Substanz ohne Abwechselung mit anderen stickstoffhaltigen Mitteln die Thiere in manchen Fällen auch nicht erhalten hat, so sind

jene Versuche noch nicht ganz conclusiv. Vergl. Londe, Froriep's *Not.* B. 13. Nr. 10.

Ueber die Fähigkeit verschiedener Substanzen, zu nähren, hat Magendie noch folgende Versuche angestellt: 1. Ein Hund, welcher Weissbrot, Weitzen und Wasser zur Nahrung erhielt, lebte nicht über 50 Tage. 2. Ein anderer Hund, der dagegen bloss Kommissbrot bekam, erhielt seine Gesundheit sehr wohl. 3. Kaninchen und Meerschweinchen mit einer von folgenden Substanzen: Weitzen, Hafer, Gerste, Kohl, gelbe Rüben, gefüttert, starben mit vollkommener Inanition nach 15 Tagen ab. Mit denselben Substanzen zugleich oder nach einander gefüttert, lebten sie ganz ohne Nachtheil. 4. Ein Esel, der mit trocknem und später mit gekochtem Reis gefüttert wurde, lebte nur 15 Tage. Ein Hahn dagegen lebte von gekochtem Reis, ohne Nachtheil, mehrere Monate. 5. Hunde, bloss mit Käse oder bloss mit harten Eiern gefüttert, lebten lange, aber sie wurden schwach und mager, verloren die Haare. 6. Muskelfleisch vertragen die Nagethiere sehr lange. 7. Wenn man ein Thier eine Zeit lang mit einer Nahrung füttert, von der allein es zuletzt umkommen müsste, so wird es durch Herstellung seiner gewöhnlichen Nahrung nicht mehr gerettet. Das Thier frisst zwar mit Begierde, doch sein Tod erfolgt zur selben Zeit, als wenn es mit der ersten Nahrung fortgefüttert worden wäre. Nach Allem diesem scheint die Verschiedenheit und Mannigfaltigkeit der Nahrungsmittel eine Hauptregel zur Erhaltung der Gesundheit zu seyn.

Prout reducirt alle Nahrungsmittel der höheren Thiere auf 3 Klassen: Saccharina (Zucker, Stärke, Gummi u. s. w.), Oleosa (Oel und Fett), Albuminosa (animalische Materien und vegetabilischer Gluten). Das Folgende enthält einen Auszug der Ansichten von Prout, welchen Elliotson in seiner Uebersetzung von Blumenbach's Physiologie aus einem ungedruckten Werke von Prout über die Verdauung, und daraus H. Mayo in *Outlines of human physiology. 3. ed. London* 1833. pag. 152, mitgetheilt haben.

„Durch die Beobachtung, dass die Milch als der einzige Stoff, der fertig gebildet und von der Natur als Nahrung bestimmt, im Wesentlichen aus drei Substanzen zusammengesetzt ist, nämlich aus Zuckerstoff, Oelstoff und Käsestoff oder einer dem Eiweiss verwandten Materie, ward ich nach und nach zu dem Schluss veranlasst, dass alle Nahrungsstoffe bei dem Menschen und den höheren Thieren auf diese drei allgemeinen Quellen reducirt werden könnten. Desshalb beschloss ich, sie zuerst einer strengen Prüfung zu unterwerfen und wo möglich ihre allgemeinen Beziehungen und Analogieen zu erforschen. Die charakteristische Eigenthümlichkeit von zuckerhaltigen Körpern besteht darin, dass sie einfach aus Kohlenstoff mit Sauerstoff und Wasserstoff in dem Verhältniss, worin diese Wasser bilden, zusammengesetzt sind; die Proportionen von Kohlenstoff wechseln in verschiedenen Beispielen von ungefähr 30 bis 50 Proc. Die beiden anderen Klassen bestehen aus zusammengesetzten Basen (wovon der Kohlenstoff den Hauptbestandtheil bildet), gleichfalls gemischt und modificirt mit Wasser. Die Proportion von Kohlenstoff in ölhaltigen Körpern, die in dieser Rück-

sicht die oberste Stelle einnehmen, schwankt von ungefähr 60—80 Proc.; desshalb können die Oele, wenn man den Kohlenstoff als Maass der Ernährungsfähigkeit betrachtet, was in gewisser Hinsicht auch gethan werden kann, im Allgemeinen als die Klasse der nährendsten Körper betrachtet werden. Der allgemeine Schluss von dem Ganzen ist, dass Körper, die von Natur weniger als 30 oder mehr als 80 Proc. Kohle enthalten, nicht gut als alleinige Nahrung passen.

Es ist noch übrig, zu erforschen, ob Thiere von einer einzigen dieser Klassen ausschliesslich leben können; aber bis jetzt sind die Versuche durchaus gegen diese Annahme, und die annehmlichste Ansicht ist, dass eine Mischung, zum wenigsten aus 2 Klassen dieser Nahrungsstoffe, wo nicht aus allen dreien, dazu nothwendig ist. Milch ist demnach, wie bewiesen wurde, eine solche Zusammensetzung, und zumeist alle Gräser und Kräuter, die für die Thiere zum Futter dienen, enthalten wenigstens zwei von jenen drei Stoffen. Dasselbe ist ausgemacht von animalischen Nahrungsmitteln, welche zum wenigsten aus Eiweiss und Oel bestehen; kurz, es ist vielleicht unmöglich, eine Substanz namhaft zu machen, die von höheren Thieren zur Nahrung benutzt wird, welche nicht wesentlich eine natürliche Composition von wenigstens zweien, wo nicht von allen dreien, der obigen drei grossen Klassen von Nahrungsstoffen darstellt.

Aber in der künstlichen Nahrung des Menschen sehen wir diess wichtige Princip von Mischung am strengsten erwiesen. Er, nicht mit den Productionen, die die Natur freiwillig schafft, sich begnügend, sucht aus jeder Quelle und bildet durch die Kraft seines Verstandes oder vielmehr seines Triebes auf jede mögliche Weise und mit jeder Erkünstelung dieselbe wichtige Nahrungsmischung. Diess ist, mit aller seiner Kochkunst, wie wenig er auch es zu glauben geneigt seyn mag, der einzige Endzweck seiner Arbeit, und je mehr seine Erfolge sich dem nähern, um so näher kommen sie der Vollendung. So hat schon in den frühesten Zeiten der Trieb ihn gelehrt, Oel oder Butter zu mehligen Substanzen zu mischen, wie zum Brot und zu denen, welchen von Natur dieser Stoff mangelte. Derselbe Naturtrieb hat ihn gelehrt, Thiere zu mästen, um sich ölhaltige Substanzen mit Eiweiss verbunden zu verschaffen, welche Verbindung er endlich meist zugleich mit zuckerhaltigen Stoffen in Form von Brot oder Vegetabilien geniesst. Sogar in seinem ausgewähltesten Luxus und in seinen angenehmsten Leckerbissen ist dasselbe wichtige Princip im Auge behalten, und sein Zucker und Kraftmehl, seine Eier und Butter, in all ihren verschiedenen Formen und Verbindungen, sind nichts mehr und nichts weniger als versteckte Nachahmungen des Hauptnahrungstypus, der Milch, wie sie ihm von der Natur geboten wird.“

Die Empfindungen des Appetits und der Sättigung sind theils selbst Geschmack, theils dem Geschmack analoge Empfindungen, gleichwie die Empfindungen, welche Speisen in der Appetitlosigkeit erregen. Die Empfindung des Appetits wird erhöht im Winter und Frühling, durch kalte Bäder, durch Friction der Haut,

des Unterleibes und dessen Erschütterung beim Reiten, so wie durch Anstrengung.

Die Verdauung erregt bei Gesunden ein wohlthätiges Gemeingefühl mit Wärmeempfindung verbunden; diese Gefühle erstrecken sich aber nicht bloss auf die Verdauungsorgane allein, deren Hauptsensationsnerve der Nervus vagus ist, sondern auch auf fast alle übrigen Theile: daher es wahrscheinlich ist, dass die Erregung der sympathischen Nerven, die, wie später bewiesen wird, eine grosse Communicationsfähigkeit ihrer Zustände haben, hieran Antheil habe.

Mangel der Verdauungskraft ist ein Zustand der Verdauungsorgane, wo sie theils nicht die zur Auflösung bestimmten Flüssigkeiten absondern, theils in einem Zustande von Reizbarkeit oder Atonie sind und durch die Nahrungsstoffe mehr mechanisch zu unangenehmen Empfindungen und unangemessenen Bewegungen afficirt werden. Die örtlichen unangenehmen Empfindungen der Verdauungswege scheinen vorzugsweise in dem Nerv. vagus ihren Sitz zu haben, dessen stärkere Reizungen wenigstens schon in der Speiseröhre und im Schlunde dieselben Empfindungen von Ekel, wie die Reizung des Magens selbst, welche dem Erbrechen vorhergeht, bewirken. Allein die Veränderung in der Stimmung des gesammten Nervensystems ist in diesen Fällen eben so auffallend und scheint auch hier von dem Nervus sympathicus abhängig zu seyn.

Bei den Phänomenen des Hungers und Durstes sind beiderlei, örtliche und allgemeine, Empfindungen vorhanden, allein die weiteren Erscheinungen werden später noch unmittelbar aus dem absoluten Mangel an Nahrungsstoffen und Wasser abhängig.

Die ersten Phänomene des Durstes sind Trockenheit der Wege, welche am meisten verdünsten (der Luftwege), später Fieber, Entzündung der Luftwege.

Was man indessen Durst nennt, ist zuweilen mehr ein Bedürfniss nach Abkühlung durch kühle Getränke, wie bei dem, in Fiebern durch vermehrte Wärme und durch verminderten Turgor bewirkten, trocknen, heissen Zustande der Luftwege, des Mundes und der Haut. Die Ausdünstung ist hier oft eher vermindert und die Trockenheit entsteht dadurch, dass, wenngleich Blut in die Capillargefässe fliesst, die Wechselwirkung zwischen Blut und den von der organisirenden Kraft belebten Theilen, was man *Turgor vitalis* nennt, vermindert ist. Ohne dass die Wärmeproduction in den inneren Theilen vermehrt zu seyn braucht, erscheint die Haut heisser, weil die Ausdünstung fehlt und die mit dem Uebergang der tropfbaren Flüssigkeit in den gasförmigen Zustand verbundene Abkühlung wegfällt.

Die letzten Folgen des unbefriedigten Durstes sind: ein fieberhafter Zustand, der von dem eines nervösen Fiebers nicht verschieden scheint und mit Entzündung der Luftwege verbunden ist.

Die örtlichen Empfindungen des Hungers, welche sich auf die Verdauungswege beschränken und im N. vagus ihren Sitz zu haben scheinen, sind Gefühle von Druck, Bewegung, Zusammenziehung, von Uebelkeit mit Kollern, später Schmerzen. Als

Ursache dieser Empfindungen hat man den Speichel, die Galle, eine Reibung der Magenwände, den scharfen Magensaft angesehen. DUMAS erklärt den Hunger daraus, dass die einsaugenden Gefässe des Darms sich gegen die Magen- und Darmwände selbst wenden.

An alles diess ist wohl nicht zu denken. Die Nahrungsmittel sind adäquate oder homogene Reizmittel der Verdauungsorgane; wenn diese fehlen, bringen die Nerven den Zustand des Organes zum Bewusstseyn. Die örtlichen Empfindungen des Hungers, wie des Appetites und der Sättigung, können nach der Durchschneidung des N. vagus vielleicht fehlen, wie BRACHET (*Recherch. sur les fonct. du syst. ganglionaire. Paris* 1830.) aus Versuchen schliesst, die Empfindung des Hungers wird durch Veränderung der Nerven des Magens, vermöge der Ingesta, durch stärkere Empfindungen und Thätigkeiten, die das Sensorium in Leidenschaften, Meditationen beschäftigen, durch die Aenderung des Sensorium selbst von Opium etc. aufgehoben. Darum die häufige Erscheinung des Fastens bei Irren, weil sie durch die Alteration des Sensoriums vielleicht die örtliche Sensation des Hungers, die uns zur Nahrung mahnt, nicht haben. Nur die allgemeinen Folgen des Fastens sind unter ungleichen Zuständen der Verdauungsorgane meist gleich.

Dahin gehören die Empfindungen von allgemeiner Hinfälligkeit, die wirklich immer mehr zunehmende Kraftlosigkeit, Abmagerung, Fieber, Irrereden, die heftigsten Leidenschaften abwechselnd mit tiefster Niedergeschlagenheit. Die Wärme soll um mehrere Grade sinken, dem von CURRIE (*Wirkungen des kalten und warmen Wassers p.* 267.) bei einem von Verschliessung des Schlundes Hungernden widersprochen wird. Der Athem wird stinkend, der Harn scharf und feurig, die Lymphgefässe werden nach MAGENDIE und COLLARD blutig. Der Inhalt dieser Gefässe soll in der ersten Zeit des Fastens grösser seyn (?), später immer geringer, auch die Lymphgefässe des Darms sollen indess gegen die mittlere Zeit der Abstinenz noch etwas weniges Lymphe führen. COLLARD DE MARTIGNY. Zusammenziehung des Magens tritt ein. Die Absonderungen hören auf, obgleich bei angefüllter Gallenblase doch auch immer noch Galle in den Darm fliesst (in den Magen fliesst sie nach MAGENDIE nicht). Der Schleim der Schleimhäute vermindert sich wie alle der Resorption fähige Substanzen. Eiter der Wunden, Milch, Speichel, Gift der Schlangen werden nicht mehr abgesondert. Der Urin enthält noch Harnstoff, wie LASSAIGNE (*Journ. de chim. med.* 1825. *avr.*) bei einem Irren nach einem Hungern von 18 Tagen fand; die Harnwege sind nicht nothwendig entzündet, die Schleimhäute blass. Nach COLLARD DE MARTIGNY vermindert sich während des Hungers die relative Quantität der Fibrine im Blute, während die relative Quantität der festen Theile der Blutkörperchen steigt. MAGENDIE *Journ. de Physiol. T.* 8. *p.* 171. Nach dem Tode erscheint der Magen sehr zusammengezogen.

Aus den über die Lebensdauer der Thiere und des Menschen angestellten Versuchen geht hervor, dass warmblütige Thiere am wenigsten ausdauern. Niedere Thiere mit harten Schalen hun-

gern ausserordentlich lange, wie ich aus brieflichen Mittheilungen selbst die Beobachtung habe, dass ein africanischer Scorpion auf einer Reise nach Holland und dort in den Händen des Dr. De-Haan noch neun Monate ohne etwas zu fressen erhalten wurde. Rudolphi erhielt einen Proteus anguinus 5, Zoys 10 Jahre lang in erneuertem Brunnenwasser. Auch Wassersalamander, Schildkröten und Goldfische kann man Jahre lang ohne Nahrung erhalten. Von Schlangen ist es bekannt, dass sie oft halbe Jahre lang hungern. Vögel lebten in Redi's Versuchen 5 bis 28 Tage; ein Seehund ausser Wasser und ohne Nahrung 4 Wochen, Hunde 25 bis 36 Tage ohne Speise und Trank. Menschen ertragen Hunger und Durst in der Regel nicht länger als eine Woche, den blossen Hunger viel länger, in Krankheiten noch länger, besonders Irre. Monate oder, wohl gar Jahre langes Fasten gehört, wie Rudolphi mit Recht bemerkt, zum Betrug.

## *II. Capitel.* Von den Verdauungsorganen.

### a. Darmkanal im Allgemeinen.

Es scheint ein allgemeiner Character der Thiere zu seyn, dass sie eine innere Hohle zur Verwandlung der Nahrungsstoffe, zur Verdauung besitzen. Diese Höhle wird Darm genannt, welcher in den mehrsten Fällen schlauchförmig, und an seinem obern und an seinem untern Ende geöffnet ist, zuweilen jedoch nur eine Mundöffnung besitzt, indem die Reste der Nahrungsstoffe durch dieselbe Oeffnung ausgeworfen werden, durch welche sie eindringen. Ueber Agastrica s. Meyen *act. nat. cur. T. XVI. Suppl.*

Bei den Infusorien giebt es nach Ehrenberg's grossen Entdeckungen nicht nur durchgängig einen mit Wimpern umgebenen Mund, sondern Ehrenberg hat auch durch Fütterung mit farbigen Stoffen die Form der Verdauungsorgane dieser Thiere ermitteln, und die Eintheilung der Hauptgruppen dieser Thierklassen auf den Bau der Verdauungsorgane gründen können. Sie sind theils darmlose, mit mehreren dem Munde angehängten Magen versehene Thiere, denen eigentlicher Darm und After fehlt, wie die Monaden u. a.; theils mit einem vollständigen Darm und mit Mund und After ausgestattete. Der Darm ist mit vielen blinddarmförmigen, gestielten Magen besetzt, und ist bald kreisförmig zum Munde zurückkehrend, wo dann After und Mund neben einander an dem gewimperten Umfange des oberen Endes sich befinden, wie bei den Vorticellen; theils gegenmündig, indem Mund und After sich an entgegengesetzten Enden befinden; theils wechselmündig, indem entweder Mund oder After am Ende des Körpers sind; theils bauchmündig, indem sich beide Oeffnungen am Bauche befinden. Bei einem Infusorium mit Darmkanal, *Loxodes cucullulus*, sind von Ehrenberg nun auch bereits Zähne am Schlundkopf entdeckt worden.

Die Räderthiere, welche durch die mit Wimpern besetzten Räderorgane am Kopfe einen Strudel im Wasser erregen, besitzen

einen einfachen, vom Munde zum After gehenden Darm, der selten mit Blinddärmen besetzt ist, und sind zum Theil mit einem von Ehrenberg entdeckten Zahnsystem versehen. Die meisten sind am Anfange des Darms mit zwei drüsenartigen Körpern versehen. Ehrenberg. *Physikal. Abhandl. der Königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin* 1830 *und* 1831.

Bei den Acalephen oder Quallen fehlt der After mit dem Darm, es werden die Nahrungsstoffe entweder durch den Mund in den Magen aufgenommen, der sich gefässartig im Innern des Thieres verzweigt, wie bei den Medusen; oder die Nahrungsstoffe gelangen durch Saugröhren der Fangarme in den centralen Magen, wie bei den Rhizostomen; oder die Nahrungsstoffe scheinen in einigen Fällen durch Saugröhren aufgenommen, ohne Magenhöhle durch gefässartig verzweigte Verdauungskanäle verbreitet zu werden, wie bei den Bereniceen und anderen. Auch in den Fällen, wo sich ein Magen vorfindet, gehen von diesem gefässartige Zweige aus, im Innern des Thieres sich verbreitend. Bei den Polypen, welche theils frei, theils festgeheftet sind, und theils wieder einfach, theils auf einem Polypenstock vereinigt leben, sind die Verdauungsorgane bald einfach, und aus einem blinden sackförmigen Magen bestehend, wie bei den Actinien, Funginen, Madreporinen, Tubiporinen, Corallinen, Pennatulinen, Alcyoninen, Milleporinen, Sertularien, Hydrinen; bald aus einem kurzen Darmkanal gebildet, dessen After sich neben dem Munde öffnet, wie bei den Alcyonellinen. Siehe Hemprich et Ehrenberg *Symbolae physicae. Animalia vertebrata et evertebrata exclusis insectis percensuit* Ehrenberg. *Berolini* 1831. Vergl. Meyen, *Isis* 1828. *N. act. nat. cur. T. XVI. Suppl.*

Bei den Eingeweidewürmern ist der Bau der Verdauungsorgane ungemein verschieden. Bei den Blasenwürmern scheint die blasenförmige Körperhöhle die Verdauungsorgane zu vertreten. So scheint es wenigstens beim Cysticercus und Coenurus zu seyn. Bei den Bandwürmern, Cestoidea ist der Darm nach Mehlis einfach beginnend und sehr bald gabelig getheilt. Bei den Trematoden oder Saugwürmern fehlt der After, und der Darmkanal ist gefässartig verzweigt, obgleich bei den Trematoden, wie z. B. bei Distoma, noch ein zweites Gefässsystem vorhanden ist, welches am hintern Ende ausmündet, und welches vielleicht mit den feinsten Zweigen des Darmkanals in Verbindung steht. Mehlis *de distomate hepatico et lanceolato. Göttingae* 1825. Laurer *disquis. anatom. de amphistomo conico. Gryphiae* 1830. Bei den Hakenwürmern, Acanthocephala, fehlt der After und der zweischenklige Darm endet blind. Die Nematoidea, Rundwürmer, besitzen einen schlauchförmigen Darm mit entgegengesetztem Mund und After. Bei den der Gruppe der Eingeweidewürmer, namentlich den Trematoden, so verwandten weisssaftigen Würmern des süssen und salzigen Wassers (Planaria, Prostoma, Derostoma u. a.) zeigen sich auch wieder auffallende systematische Unterschiede, indem Mund und After bei Prostoma und Derostoma vorhanden, und der Darm einfach ist, während die Planarien einen verzweigten Darm (Mund an der untern Fläche des Körpers) ohne deutlichen After besitzen. Ehrenberg *symb. phys.*

Bei den Radiarien ist der Darm zuweilen vollständig mit Mund und After, wie bei den Holothurien und Seeigeln, indem sich Mund und After bei den ersteren an den entgegengesetzten Enden; bei den Seeigeln der Mund in der Mitte der unteren Fläche, der After bald am Scheitel, wie bei Echinus, bald am Rande, wie bei Spatangus, befinden. Bei den Asteriden oder Seesternen fehlen dagegen der After und Darm, und letzterer ist durch blinddarmförmige Anhänge des Magens ersetzt, während bei den Haarsternen, Crinoidea, der Darm und After wieder vorhanden sind, wie bei den Comatulen, wo der After mit dem Munde auf der untern Fläche des Körpers liegt.

Der Darmkanal der Annularien, Crustaceen, Spinnen und Insekten ist immer vollständig mit entgegengesetztem Mund und After; in seiner Organisation bietet er sehr viele Mannigfaltigkeiten dar. Wir führen hier nur als besonders merkwürdig auf: die Art, wie der ungemein kurze Darm bei den Phalangien durch blinddarmförmige Auswüchse vergrössert wird, das Zahngerüst in dem Magen der Krebse und mehrerer Insecten (Orthoptera), und die Zusammensetzung des Magens bei einigen fleischfressenden Insecten. Im Allgemeinen besteht der Darmkanal der Insecten aus der Speiseröhre, aus dem Saugmagen, der jedoch nur einigen der Hymenopteren, den Schmetterlingen und Zweiflüglern zukommt, dem Muskelmagen im Innern mit Zähnen oder Hornleisten besetzt, welcher den fleischfressenden Käfern und den meisten Orthopteren zukommt; dem Chylus bildenden Theil des Darms bis zur Insertion der Malpighischen oder sogenannten Gallengefässe, und dem Afterdarm von der Insertion jener Gefässe bis zum After.

Bei den Wirbelthieren zeigt sich der Magen gewöhnlich als eine einfache Erweiterung des Darms. Die Länge des Darms, der bei den Fischen gewöhnlich kurz ist, wird zuweilen durch Vorsprünge der Schleimhaut compensirt, indem z. B. bei den Rochen und Haifischen die innere Wand des Darms eine spiralförmige Klappe vom Magen bis zum After bildet. Der After liegt bei den Fischen meist vor der Harn- und Geschlechtsmündung.

Der Magen der Vögel zeigt eine Zusammensetzung, welche man bei den Fischen und Amphibien noch nicht vorfindet. Ausserdem dass der Kropf als sackförmiger Anhang der Speiseröhre ein ziemlich allgemeines Organ unter den Vögeln, zur vorläufigen Erweichung der Nahrungsmittel bestimmt, vorkommt, und nur bei den Klettervögeln, Sumpf- und Wasservögeln, den Insecten fressenden und straussartigen Vögeln fehlt, zerfällt der Magen selbst in zwei Theile: in den sogenannten Vormagen oder Drüsenmagen (Proventriculus), eine Erweiterung der Cardia, deren Wände zwischen Schleimhaut und Muskelhaut mit einer ganzen Schicht von gesonderten Drüsensäckchen besetzt sind, und in den Muskelmagen, welcher unmittelbar auf den erstern folgt. Bei den fleischfressenden Vögeln sind die Wände des Muskelmagens dünner, sehr stark dagegen bei den Pflanzenfressern, wo die Muskelschicht zwei ungeheure muskulöse Schalen bildet, die an der innern Fläche der Schleimhaut mit einer schwieligen,

dicken Schicht des Epitheliums bedeckt sind. Der Dickdarm, kurz und eng, besitzt an seinem Anfange zwei Blinddärme, die vorzüglich bei den von Vegetabilien lebenden Vögeln lang sind. Der Mastdarm öffnet sich wie bei den Amphibien mit den Ausführungsgängen der Harnwerkzeuge und Geschlechtstheile in die Kloake.

Bei den Säugethieren wird vorzüglich der Unterschied der Pflanzenfresser und Fleischfresser wichtig. Der bei den Vögeln vorkommende Drüsenmagen kommt unter den Säugethieren als gesonderte Abtheilung nicht vor, wiederholt sich bloss in der Anhäufung mehrerer Drüsen an der Cardia einiger Säugethiere, wie beim Biber und Phascolomys u. a. Siehe Home *Lectures on comparative Anatomy. Vol. II.* Mueller *de gland. secernentium penitiori structura. Tab. I. Fig.* 9. 10.

Bei mehreren Nagethieren, wie beim Hamster und der Wasserratte, zerfällt der Magen bereits in zwei Hälften. Bei dem Riesen-Känguruh unterscheidet man 3 und bei den Faulthieren selbst 4 Abtheilungen; unter den Affen haben die Semnopitheci einen zusammengesetzten Magen, welcher aus 3 Theilen, einer Portio cardiaca mit glatten, einfachen Wänden, einer sehr weiten sackförmigen Portion, und einem langen, dickdarmähnlichen Kanal besteht. Bei den wiederkäuenden Thieren zeigt der Magen constant 4 Abtheilungen. Die Zusammensetzung des Magens ist jedoch im Allgemeinen kein Charakter der pflanzenfressenden Säugethiere; denn bei den Einhufern ist der Magen einfach, und die verschiedenen Regionen unterscheiden sich nur, dass die Portio cardiaca noch mit dem Epithelium der Speiseröhre überzogen ist. Unter den dickhäutigen Thieren ist der Magen im Allgemeinen bis auf die dem Pecari und Nilpferde eigenthümlichen Anhänge oder sackförmigen Erweiterungen des Magens von einfacherer Structur. Bei den wiederkäuenden Thieren unter den Pflanzenfressern, und bei den Delphinen unter den Fleischfressern hat der Magen eine auffallend zusammengesetzte Structur. Bei den Wiederkäuern, wo sich 4 Magen vorfinden, gleicht nur der letzte durch die saure Beschaffenheit seiner Absonderung dem Magen der übrigen Säugethiere. Die drei ersten Abtheilungen, welche noch mit Epithelium bedeckt sind, können als Abtheilungen der Portio cardiaca betrachtet werden, welche zur vorläufigen Erweichung der vegetabilischen Nahrung bestimmt sind. Unter diesen Abtheilungen zeichnet sich die erste grosse (Wanst, Pansen) durch die vielen platten Warzen seiner innern Fläche aus; in ihm sind die Nahrungsmittel noch wenig verändert und werden der Einwirkung des Speichels überlassen. Die zweite kleinere Abtheilung, welche mit der ersten in einem weiten Zusammenhange steht, ist der Netzmagen, durch die zellenförmigen, gezähnelten Falten seiner innern Haut ausgezeichnet. Im dritten Magen, dem Blättermagen, bildet die Schleimhaut eine grosse Anzahl hoher Längenfalten, die wie Blätter eines Buchs nebeneinander stehen. Das in dem ersten und zweiten Magen erweichte Futter gelangt in einer gewissen Zeit wieder nach der Speiseröhre und in den Mund zurück; erst im wiedergekäuten,

verdauten Zustande gelangt aus der Speiseröhre in den dritten Magen, und erst von hier aus durch eine engere Oeffnung in den vierten Magen, Labmagen, welcher eine weichere Beschaffenheit seiner Schleimhaut und eine längliche, fast darmartige Form besitzt. Man kann den ersten und zweiten Magen als Erweiterungen des Cardiatheils der Speiseröhre und des Magens betrachten. Durch Schliessung der Rinne, durch welche sie mit der Speiseröhre zusammenhängen, kann die Speiseröhre an dem ersten und zweiten Magen vorbei, den Bissen in den dritten gelangen lassen. Unter den Cetaceen kommt die zusammengesetzte Structur sowohl bei den grasfressenden als fleischfressenden vor. Die grasfressenden Manati's haben mehrere Säcke an ihrem Magen, und die fleischfressenden Wallfische haben sogar fünf und mehr Abtheilungen desselben.

Der Darmkanal ist bei den fleischfressenden Säugethieren in der Regel viel kürzer, und der Unterschied der dünnen und dicken Gedärme weniger ausgeprägt; dagegen ist der Grimmdarm bei den meisten Grasfressern sehr weit und sehr lang. Merkwürdige Unterschiede zeigen sich auch am Blinddarm fast durchgängig nach der Art der Nahrung. Dieses Darmstück ist in der Regel bei reissenden Thieren äusserst klein, dagegen bei den Einhufern, Wiederkäuern und den meisten Nagern ungemein lang, z. B. beim Pferd $2\frac{1}{2}$ Fuss lang, beim Biber 2 Fuss lang. Beispiele vom Uebergang der thierischen Nahrung in vegetabilische bilden in gewissen Lebensabschnitten die pflanzenfressenden Säugethiere, indem sie nach der Geburt von Muttermilch ernährt werden; der erste Magen der Wiederkäuer ist, so lange sie noch von Milch leben, klein. Grösser sind die Veränderungen, welche der Darm des Frosches durch die Verwandlung erfährt. Die Larven dieser nackten Amphibien scheinen bei einem ausserordentlich langen Darmkanal vorzüglich von Vegetabilien zu leben.

Das allgemeinste Resultat dieser Vergleichung, auf deren Detail die vergleichende Anatomie einzugehen hat, ist, dass die Verdauung der Vegetabilien ungleich grössern Aufwand thierischer Apparate erfordert, als die Verdauung des Fleisches. Der innige Zusammenhang, in welchem die gesammte Organisation eines Thiers zu seiner Nahrung steht, ist von Cuvier auf eine so bewundernswürdige Weise geschildert worden, dass ich mich nicht enthalten kann, diese Darstellung in seinen eigenen Worten, *Umwälz. d. Erdrinde, übersetzt von* Noeggerath. *Bonn* 1830. p. 87, wiederzugeben. Cuvier sagt: Jedes lebende Wesen bildet ein Ganzes, ein einziges und geschlossenes System, in welchem alle Theile gegenseitig einander entsprechen, und zu derselben endlichen Action durch wechselseitige Gegenwirkung beitragen. Keiner dieser Theile kann sich verändern ohne die Veränderung der übrigen, und folglich bezeichnet und giebt jeder Theil einzeln genommen alle übrigen. Wenn daher die Eingeweide eines Thiers so organisirt sind, dass sie nur Fleisch und zwar bloss frisches verdauen können, so müssen auch seine Kiefer zum Fressen, seine Klauen zum Festhalten und zum Zerreissen, seine

Zähne zum Zerschneiden und zur Verkleinerung der Beute, das ganze System seiner Bewegungsorgane zur Verfolgung und Einholung, seine Sinnesorgane zur Wahrnehmung derselben in der Ferne eingerichtet seyn. Es muss selbst in seinem Gehirne der nöthige Instinkt liegen, sich verbergen und seinen Schlachtopfern hinterlistig auflauern zu können. Es bedarf der Kiefer, damit es fassen könne, einer bestimmten Form des Gelenkkopfes, eines bestimmten Verhältnisses zwischen der Stelle des Widerstandes und der Kraft zum Unterstützungspunkte, eines bestimmten Umfanges des Schlafmuskels, und letzterer wiederum einer bestimmten Weite der Grube, welche ihn aufnimmt, und einer bestimmten Convexität des Jochbogens, unter welchem er hinläuft, und dieser Bogen muss wieder eine bestimmte Stärke haben, um den Kaumuskel zu unterstützen. Damit das Thier seine Beute forttragen könne, ist ihm eine Kraft der Muskeln nöthig, durch welche der Kopf aufgerichtet wird; dieses setzt eine bestimmte Form der Wirbel, wo die Muskeln entspringen, und des Hinterkopfes, wo sie sich ansetzen, voraus. Die Zähne müssen, um das Fleisch verkleinern zu können, scharf seyn. Ihre Wurzel wird um so fester seyn müssen, je mehrere und stärkere Knochen sie zu zerbrechen bestimmt sind, was wieder auf die Entwickelung der Theile, die zur Bewegung der Kiefer dienen, Einfluss hat. Damit die Klauen die Beute ergreifen können, bedarf es einer gewissen Beweglichkeit der Zehen, einer gewissen Kraft der Nägel, wodurch bestimmte Formen aller Fussglieder und die nöthige Vertheilung der Muskeln und Sehnen bedingt werden; dem Vorderarm wird eine gewisse Leichtigkeit, sich zu drehen, zukommen müssen, welche bestimmte Formen der Knochen, woraus er besteht, voraussetzt; die Vorderarmknochen können aber ihre Form nicht ändern, ohne auch im Oberarm Veränderungen zu bedingen. Kurz, die Form des Zahns bringt die des Condylus mit sich, diejenige des Schulterblattes die der Klauen, grade so, wie die Gleichung einer Curve alle ihre Eigenschaften mit sich bringt; und so wie man, wenn man jede Eigenschaft derselben für sich zur Grundlage einer besondern Gleichung nähme, sowohl die erste Gleichung als alle ihre andern Eigenschaften wiederfinden würde, so könnte man, wenn eines der Glieder des Thiers als Anfang gegeben ist, bei gründlicher Kenntniss der Lebensökonomie das ganze Thier darstellen. Man sieht ferner ein, dass die Thiere mit Hufen sämmtlich pflanzenfressende seyn müssen, dass sie, indem sie ihre Vorderfüsse nur zur Stützung ihres Körpers gebrauchen, keiner so kräftig gebauten Schulter bedürfen, woraus denn auch der Mangel des Schlüsselbeins und des Acromium und die Schmalheit des Schulterblattes sich erklärt; da sie auch keine Drehung ihres Vorderarms nöthig haben, so kann die Speiche bei ihnen mit der Ellenbogenröhre verwachsen, oder doch an dem Oberarm durch einen Ginglymus und nicht durch eine Arthrodie eingelenkt seyn; ihr Bedürfniss zur Pflanzennahrung erfordert Zähne mit platter Krone, um die Samen und Kräuter zu zermalmen; diese Krone wird ungleich seyn, und zu diesem Ende der Schmelz mit Kno-

chensubstanz abwechseln müssen. Da bei dieser Art von Krone zur Reibung auch horizontale Bewegung (*musc. pteryg.*) nöthig ist, so wird hier der Condylus des Kiefers nicht eine so zusammengedrückte Erhabenheit bilden, wie bei den Fleischfressern, er wird abgeplattet seyn und zugleich einer mehr oder weniger platten Fläche am Schläfenbein entsprechen; die Schläfengrube, welche nur einen kleinen Muskel aufzunehmen hat, wird von geringer Weite und Tiefe seyn.

### b. Häute des Darmkanals.

Der Darm besteht aus einem serösen Ueberzug vom Peritoneum, aus einer darunter liegenden Muskelhaut, aus einer Tunica propria, welche eine Art Fascie oder festes Gerüste bildet, an welchem nach Aussen die Muskelfasern anliegen, und nach Innen die Schleimhaut befestigt ist.

Bei vielen Fischen setzt sich die Schleimhaut der Speiseröhre durch den Luftgang der Schwimmblase in die innere Haut der Schwimmblase fort, welche also die Natur einer Schleimhaut hat. Bei vielen Fischen fehlt jene Verbindung der Schwimmblase mit dem Schlund. (Vergl. oben pag. 298.) Hier scheint es sonderbar, dass die innere Haut der Schwimmblase, obgleich mucöser Natur, doch gegen das Gesetz der mucösen Häute einen geschlossenen Sack bildet. Diese Sonderbarkeit verschwindet indess durch die von Baer gefundene Thatsache der Entwickelungsgeschichte (Froriep's *Notizen.* 848.), indem nämlich die Schwimmblase als eine Ausstülpung des Schlundes sich ursprünglich bildet, bei jenen Fischen also eine Abschnürung einer ursprünglich stattfindenden Communication eintreten muss.

Ueber den Bau der Darmzotten, jener Verlängerungen des Schleimhäutchens im Dünndarm, und ihr Verhältniss zur Resorption ist bereits früher in dem Capitel vom Ursprung und Bau der Lymphgefässe p. 249 gehandelt worden. Hier sind noch die innerhalb des Dünndarms in der Schleimhaut vorkommenden Drüsen zu erwähnen. Man hat dreierlei Formen davon unterschieden: 1. die Lieberkuehn'schen Drüsen. Diess sind wohl jene unzähligen, mit dem einfachen Microscop erst erkennbaren Löcherchen oder Vertiefungen, welche im ganzen Laufe des Dünndarms in der Mucosa dicht neben einander vorkommen, und bei hinreichender Vergrösserung ihr das Ansehn eines Siebes geben. Von diesen Vertiefungen ist bereits oben p. 254 gehandelt. 2. die Brunner'schen Drüsen. Sie sind besonders im obern Theile des Dünndarms häufig, und sind mit blossen Augen erkennbare, vereinzelt stehende Folliculi. 3. die sogenannten Peyer'schen Drüsen. Diese Organe, welche jedesmal die der Insertion des Mesenterium entgegengesetzte Stelle des Darms einnehmen, sind bis auf den heutigen Tag räthselhaft geblieben. Aus Rudolphi's Abhandlung über die Peyer'schen Drüsen (*Anatom. physiolog. Abhandlungen. Berlin* 1802.) hat man nur das Allgemeinste von den Formverschiedenheiten dieser meistens ovalen, verdickten Stellen der Schleimhaut kennen gelernt. Da nun aber

diese Organe, welche dem Ileum angehören, in der neuern Zeit durch ihre krankhaften Veränderungen, namentlich die in ihnen sich ausbildenden Pusteln und Geschwüre, im Typhus abdominalis, von grosser Wichtigkeit geworden sind, so war eine genaue Kenntniss von der Structur dieser Theile dringend nothwendig geworden, um endlich zu wissen, was sich in jenen Fällen krankhaft verändert und worin diese Veränderung besteht. Was ich hier mittheile, ist das Resultat der hier von Herrn Boehm über diesen Gegenstand angestellten Beobachtungen, wobei ich bemerke, dass ich die Beobachtungen des Verf. selbst verificirt habe. Um die Peyer'schen Drüsen zu untersuchen, darf man nur den Darmkanal ganz gesunder Menschen zum Gegenstande der Beobachtung wählen. Es ist daher besonders die Schleimhaut des Darmkanals der durch plötzliche Todesart Gestorbenen dazu geeignet. In vielen chronischen Krankheiten, namentlich in den Krankheiten des Darmkanals selbst, werden diese Theile sehr verändert, und man erhält aus der Beobachtung in jenen Fällen ein durchaus falsches Bild von dem Bau dieser Theile im gesunden Zustand. In allen Fällen, wo die Peyer'schen Drüsen wie neben einander stehende seichte Zellen aussehen, ist der gesunde Zustand verloren; denn im gesunden Zustande haben jene Organe nichts mit offenen Zellen oder Follikeln gemein. Untersucht man die Peyer'schen Drüsen von einem gesunden und durchaus frischen Darmkanal, nachdem man die Schleimhaut sanft abgewaschen und die Drüsen mit einem weichen Pinsel vorsichtig abgepinselt hat, mit dem Microscop, so gewahrt man am leichtesten, dass das dichtere Ansehn der Schleimhaut an den Stellen, wo Peyer'sche Drüsen sind, zum Theil von der Grösse und Stärke der hier befindlichen Darmzotten herrührt, welche hier im Ganzen breiter und vorzüglich an ihrer Wurzel breiter ausgezogen sind. Die grössere Dichtigkeit der Schleimhaut an jenen Stellen rührt aber nicht bloss von der Stärke der Flocken her, sondern liegt auch in dem Gewebe der Mucosa selbst. Untersucht man den Boden der Schleimhaut der Peyer'schen Drüsen zwischen den auf ihr sitzenden Zotten, so bemerkt man, dass die in der ganzen Schleimhaut des Dünndarms vorkommenden Löcherchen oder Grübchen (Lieberkuehn'sche Drüsen?) auch hier zwischen den Zotten in grosser Anzahl vorhanden sind, ohne sich von ihrem Verhalten im übrigen Theil des Darmkanals zu unterscheiden. Man sieht aber auch zwischen den Zotten grössere, gegen 1 Linie breite, rundumschriebene weisse Stellen der Schleimhaut, welche beim Menschen ziemlich flach und wenig erhaben, bei den Thieren und namentlich bei dem Hund, der Katze, dem Kaninchen ziemlich hervorragend sind, und beim Hund wie weisse Papillen aussehen, in anderen Fällen einige Aehnlichkeit mit den Papillae vallatae der Zunge in ihrer Form haben, indem sie, wie bei dem Kaninchen und bei der Katze, von einer kreisförmigen Furche umzogen sind und eine mehr platte Oberfläche darbieten. Beim Menschen sind diese runden Stellen fast gar nicht erhaben, sondern flach und ohne sie umgrenzende Furchen. In allen Fällen, sowohl bei Menschen als beim Hund, bei der Katze und dem

Kaninchen, sind diese runden weissen Stellen von einem Kranz von Oeffnungen umgeben, und diese Oeffnungen sehen gerade so aus wie die Löcherchen zwischen den Zotten auf den Peyer'schen Drüsen in der übrigen Mucosa, oder wie die Lieberkuehn'schen microscopischen Drüschen. Sie unterscheiden sich von jenen nur dadurch, dass die Oeffnungen zuweilen weniger rundlich als länglich sind, so zwar, dass der Längendurchmesser dieser Oeffnungen in der Richtung der Radien jener runden weissen Stellen liegt. Dieser Kranz von Oeffnungen, deren bei Menschen um eine solche Stelle gegen zehn und mehr sind, ist meistens kreisförmig, selten etwas unregelmässig. Auf den runden weissen Stellen, die bei den Thieren Papillen sind, sieht man in den meisten Fällen keine Spur von Oeffnungen, nur bei den Vögeln gelingt es, eine kleine Oeffnung zu sehen. Ich habe diess Verhalten bei der Katze schon in meiner Schrift (*De penitiori gland. structura*) dargestellt, und Tab. I. Fig. 11. abgebildet, wo noch das Eigenthümliche vorkommt, dass um jeden Kranz der Oeffnungen herum eine scheidenförmige, überaus feine Falte verläuft. Herr Boehm hat den Bau bei vielen anderen Thieren und dem Menschen untersucht. Die runden weissen Stellen, auf welchen keine Oeffnungen vorkommen, sind in der Regel von Zotten entblösst; nur selten und ausnahmsweise bemerkt man bei Menschen auf einer oder der andern dieser runden, gegen 1 Linie grossen weissen Stellen Spuren von kurzen Zotten, oder auch zuweilen eine ganz kurze pyramidale, weissere Zuspitzung der flachen Erhabenheit; in der Regel sind diese Stellen ganz eben. Alle Versuche bei Menschen und bei Säugethieren, aus diesen Stellen ein Secret herauszudrücken und ihre Follicularstructur zu erweisen, sind missglückt; auch dringt beim Druck auf diese Stellen nichts aus den rundum stehenden Oeffnungen hervor. Um so auffallender ist es, dass, wenn man die Oberfläche dieser Stellen aufritzt, man zu einer Aushöhlung gelangt, welche den Umfang der weissen Stelle besitzt und ziemlich tief, aber nicht so tief als breit ist; dass in dieser Aushöhlung ein graulichweisser, schleimiger Stoff enthalten ist, der von der ungemein dünnen Decke dieser Stellen eingeschlossen wird. Die Körnchen dieses Stoffes sind ~~Blutkörperchen und~~ feiner als die gewöhnlichen Schleimkörner. Es geht hieraus hervor, dass weit offene Folliculi und Zellen in den Peyer'schen Drüsen gar nicht vorkommen; was jene Säckchen sind, bleibt unbekannt. Bei den Thieren sieht man nach dem Abziehen der Mucosa Vertiefungen in der Tunica propria, welche dem Fundus jener Stellen entsprechen. Erst durch Zerstörung der Oberfläche der weissen, porenlosen Stellen entstehen Zellen oder weit offene Folliculi, wie man sie an krankhaft veränderten oder sogenannten Peyer'schen Drüsen so häufig und leicht sieht.

Die dritte Schicht der Verdauungswege bildet das contractile Fasergewebe oder die Muskelhaut, die ohne Unterbrechung vom Schlund bis zum After sich fortsetzt und Verlängerungen in die Ausführungsgänge der grossen Drüsen schickt, indem, wie

pag. 457. gezeigt worden ist, die Ausführungsgänge dieser Drüsen irritabel sind, und auf Reize und ohne Reize sich zusammenziehen.

Die seröse Haut des Darmkanals gehört dem in der Bauchhöhle gelegenen Theile desselben an und entsteht dadurch, dass der Darmschlauch von Aussen so in den Peritonealsack hineingeschoben ist, dass er, wie die Leber und die Milz, zugleich einen Ueberzug von dem Peritoneum erhält, der sich hinter dem Darm von beiden Seiten an einander legt und dadurch das Gekröse oder Aufhängeband des Darms bildet. Das Gekröse kommt an dem grössten Theile des Darmkanals vor, nur das Duodenum hat kein Gekröse. In der frühesten Zeit des Embryolebens hat auch der Magen ein Gekröse, wie ich (Meckel's *Arch.* 1830. *pag.* 395.) gezeigt habe. Durch merkwürdige Veränderungen wird dieses Gekröse des Magens (Mesogastrium) später zum grossen Netz, indem es sich beutelförmig herabsenkt; aber erst im 3—4. Monat des Embryolebens verwächst das grosse Netz mit dem Colon und dem Gekröse desselben (Mesocolon transversum), so dass hierdurch erst jene merkwürdige, sonst unerklärliche Verbindung des Magens mit dem Colon durch das grosse Netz entsteht. Eine Verbindung, die schon bei vielen Säugethieren (Hund, Katze, Igel, Kaninchen, Pferd) fehlt, indem bei diesen das grosse Netz oder Mesogastrium sich in der hintern Unterleibswand inserirt, und von dem Mesocolon transversum ganz verschieden ist. Im Anfange, und zwar in der 4. und 5. Woche des Embryolebens des Menschen, hat der Magen noch eine fast senkrechte Lage, indem die kleine Curvatur nach rechts, die grosse nach links liegt, und der Pylorus nach abwärts gerichtet ist; so ist auch die Befestigung des Magens an die hintere Bauchwand noch eine senkrechte Falte, welche von der Mittellinie der Wirbelsäule ausgeht, sich nach links gegen die grosse Curvatur des senkrechten Magens wendet und sich hier ansetzt, um mit ihren zwei Blättern den Magen zwischen sich zu nehmen, so dass sich das linke Blatt dieser Falte über die vordere, das rechte über die hintere Fläche des Magens umbiegend fortsetzt. An dem obern Theile der kleinen Curvatur treten die Blätter wieder zusammen und bilden vereinigt eine Falte zur Leber.

Diese von der Mittellinie hinten ausgehende doppeltblättrige Falte des Bauchfells, welche sich links wendend die grosse Curvatur des senkrechten Magens erreicht, und diesen zwischen sich nimmt, ist jetzt noch ein wahres Magengekröse, welches ich, so lange es als solches besteht, Mesogastrium nenne.

Da nun der Ausgang dieses Magengekröses jetzt noch in der Mittellinie der hintern Bauchwand ist, das Mesogastrium aber, um die grosse Curvatur des Magens zu erreichen, sich nach links wendet, so entsteht durch dieses Mesogastrium hinter dem Magen ein Beutel von halbmondförmiger Form, und zwar ein Sack, dessen Eingang an dem untern Theil der kleinen Curvatur rechts ist, dessen vordere Wand der Magen selbst, dessen hintere Wand das Mesogastrium ist.

Der Eingang in diesen Beutel des Mesogastrium rechts unter

der Leber, unter der Falte, welche von der kleinen Curvatur an die Leber geht, ist noch sehr gross; er ist das spätere Foramen Winslowii. Nach oben wird dieser Eingang etwas bedeckt, dadurch eben, dass das Peritoneum von der spätern Fossa hepatis transversa faltenförmig, als Ligamentum gastro-hepaticum zur kleinen Curvatur des Magens tritt, um sich über den Magen in die Blätter des Mesogastrium fortzusetzen.

Indem aber der Magen sehr früh sich platt legt, wird die Richtung des Mesogastrium von der des Mesenterium verschieden; denn das Mesenterium, so lange es noch senkrecht ist, trennt die Bauchhöhle zu seinen Seiten hinten in einen gleichen rechten und linken Theil; das Mesogastrium aber geht zwar auch senkrecht von der Mittellinie aus, tritt aber nach links an die grosse Curvatur des Magens, und bildet, statt auf beiden Seiten des Magens gleiche Räume, vielmehr zu seiner Rechten hinter dem Magen einen blinden Beutel mit rechter Oeffnung, während die der linken Seite des Darms entsprechende Seite des Magens zur vordern geworden ist.

Der hinter dem Magen befindliche Beutel behält seine Form, nur wird der Eingang in diesen Beutel auf der rechten Seite unter der Leber kleiner, je mehr die von der Leber zur kleinen Curvatur gehende Falte des Peritoneum sich herabzieht, der Pylorus aber sich mehr gegen die Leber aufrichtet, und der Magen überhaupt aus seiner senkrechten Lage in eine schiefe übergeht. So lange der Magen senkrecht steht, ist die Ausgangsstelle oder Insertion des Mesogastrium hinten auch senkrecht in der Mittellinie vor der Wirbelsäule, indem es von hier links nach der grossen Curvatur des Magens sich wendet und rechts den beschriebenen Peritonealbeutel lässt. Indem aber die grosse Curvatur allmählig mehr zur untern, die kleinere Curvatur zur obern wird, verändert auch das Mesogastrium allmählig seine Insertion an die hintere Bauchwand, und rückt aus der mittlern senkrechten mehr in eine schiefe Richtung nach links. Zugleich wird der durch das Mesogastrium gebildete Beutel da, wo er mit seinen Lamellen an die grosse Curvatur des Magens tritt, unten etwas verlängert, und dieser von dem Magen aus sich verlängernde Theil des Beutels wird etwas runzlig.

Wenn sich nun endlich in der Lagenveränderung des Magens die Insertion des Mesogastrium aus der senkrechten Richtung schief nach links gewendet hat und zuletzt zum Theil quer wird, so rückt der in dem Peritonealbeutel des Mesogastrium und Netzes eingeschlossene Raum ebenfalls immer mehr nach der linken Seite und in die Quere, und es entsteht vollends der obere hintere Peritonealraum hinter dem Magen, während dieser Raum früher ganz zur rechten Seite des beutelförmigen Mesogastrium war.

Noch sind das Mesogastrium oder grosse Netz, und das Mesocolon transversum in keiner Communication als mittelbar durch die hintere Peritonealwand, in welche die Blätter des Mesogastrium und Mesocolon übergehen. Allein je mehr das Colon sich bogenförmig aufstellt und höher gegen den Magen hinauf rückt, der Peritonealbeutel des grossen Netzes oder Mesogastrium aber

sich tiefer aussackt, und seine schiefe Insertion in die hintere Peritonealwand herabrückt, kommen sich die Insertion des Mesogastrium oder grossen Netzes und die Insertion des Mesocolon transversum immer näher. Auf diese Art wird das zwischen der Insertion des Mesogastrium oder Netzes und Mesocolon transversum liegende Stück der hintern Peritonealwand immer kleiner und mehr und mehr als Fortsetzung der äussern Lamelle des Netzbeutels herabgezogen, bis der Zwischenraum zwischen der Insertion des Mesogastrium oder grossen Netzes und des Mesocolon transversum gleich Null wird. Diese Annäherung schreitet von rechts nach links vor, weil die Insertion des Mesogastrium eine nach links aufsteigende schiefe Linie ist.

Diese Verwachsung ist zuerst von Meckel entdeckt und von mir bestätigt worden. Zuletzt scheint nun das Netz hinten an das Colon transversum selbst sich zu inseriren. Dann geht die innere Lamelle des Netzbeutels über die obere Seite des Colon transversum in die obere Platte des Mesocolon transversum, und sofort in die hintere obere Peritonealwand über; die äussere Lamelle des Netzbeutels, welche von der vordern Fläche des Magens kommt, scheint dann über die untere Seite des Colon transversum in die untere Platte des Mesocolon überzugehen, obgleich sie nur am Colon transversum verwachsen ist.

Die Bedeutung des Netzes für die Function der Verdauungsorgane kann auf keinen Fall gross seyn, da es schon bei mehrern Säugethieren seine anatomischen Verbindungen aufgiebt und sich als ein blosses schlaffes Band des Magens beweist.

## *III. Capitel.* Von den Bewegungen des Darmkanales.

Die Muskelhaut des Darmkanals gehört zu den von dem Nerv. sympathicus abhängigen, unwillkührlich beweglichen Theilen, auf welche das Nervensystem der willkührlichen Bewegungen keinen unmittelbaren, sondern limitirten Einfluss hat, wie er sich in den mannigfaltigen Sympathieen dieses Apparates mit dem Gehirn und Rückenmarke äussert. Nur am Anfange und Ende dieses unwillkührlich beweglichen Apparates ist er mit Muskeln versehen, die dem Cerebrospinalnervensystem unterworfen und willkührlich beweglich sind. Diess sind die Muskeln des Mundes, die Kau- und Schlundmuskeln einerseits und die Aftermuskeln andrerseits. Der Schlund ist noch willkührlich beweglich, die Speiserohre nicht mehr, obgleich der Nervus vagus beide versieht. Diess sonderbare Factum lässt sich auf doppelte Art erklären, entweder 1. dadurch, dass man annimmt, dass der untere Theil des Nerv. vagus, welcher die Plexus oesophagi bildet, durch die Verbindungen mit dem Nervus sympathicus seinen willkührlichen Einfluss verliert, oder 2. dass man nach der Hypothese von Scarpa, Arnold und Bichoff (*Nervi accessorii anatomia et physiologia. Heidelb.*) annimmt, die motorische Kraft des N. vagus sey diesem überhaupt nicht original eigen, sondern komme ihm von dem Nerv. acces-

sorius, während der N. vagus selbst bloss Empfindungsnerve sey, wonach dann die Bewegungsäste des N. vagus, nämlich Nervus pharyngeus und Nervi laryngei von dem N. accessorius ihre motorische Kraft erhielten, der untere Theil des Nerv. vagus aber keine motorische Kraft besässe, womit denn allerdings die Thatsache übereinstimmen würde, dass man nach Magendie's und meinen Versuchen durch auf den N. vagus applicirte Reize durchaus keine Bewegungen des Magens hervorbringen kann. Tiedemann und Gmelin wollen auf mechanische Reize des Nerv. vagus zwar solche beobachtet haben. Ich habe indess diese Versuche zu oft an Säugethieren (Kaninchen, Hunden) und Vögeln angestellt, und muss annehmen, dass in dem Tiedemann'schen Falle ein Beobachtungsfehler stattgefunden habe. Welche jener beiden Hypothesen, von dem verschiedenen Verhalten des Nerv. vagus am Schlunde und an der Speiseröhre, richtig ist, lässt sich bei dem jetzigen Stande unserer Kenntnisse noch nicht entscheiden. Man sehe das Nähere über die Physiologie des Nerv. vagus im 3. Buch.

Den Mechanismus des Saugens, Ergreifens und Kauens setze ich als bekannt voraus. Vergl. Treviranus *Biologie*. T. 4. Räthselhaft müssen die inneren Gründe solcher instinktmässigen Handlungen, wie das unmittelbare Saugen der Neugebornen seyn. Es ist hier schwer, sich vorläufig mit Cuvier's Antwort über Instinct zufrieden zu stellen, dass diese auch noch so jungen Thiere durch einen in ihrem Gehirn sich mit Nothwendigkeit wiederholenden Traum von Bildern zu solchen Handlungen genöthigt sind, eine gleichsam angeborne Idee, welche von ihrer Organisation und ihren Bedürfnissen ausgeht, wie die Gleichung einer Curve alle Eigenschaften der letztern mit sich bringt. Man kann sich indess vorläufig auch mit der Antwort begnügen, dass in dem Sensorium des Säuglings ein unwiderstehlicher Trieb zur Ausführung möglicher Saugbewegungen ist, so dass Säuglinge auch an ihren eigenen Lippen saugen und abgeschnittene Köpfe ganz junger Thiere noch die dargebotenen Finger umfassen, wie Mayer gesehen.

Ausführlicher werden hier nun die Schlingbewegungen, die Bewegungen des Magens, des Wiederkäuens, das Erbrechen und Aufstossen, die Bewegungen der Gedärme und die Ausleerung der Speisereste abgehandelt.

1) *Schlingen.*

Das Schlingen hat drei Acte; in dem ersten passiren die von der Zunge zu einem Bissen gesammelten Theile zwischen der Oberfläche der Zunge und dem Gaumengewölbe bis hinter die vorderen Bogen des Gaumens, im zweiten Acte gelangt der Bissen bis über die Constrictoren des Schlundes hinaus, im dritten passirt er die Speiseröhre. Diese drei Acte erfolgen überaus schnell hinter einander; der erste wird von den der willkührlichen Bewegung fähigen Muskeln der Zunge unter dem Einflusse der Nerv. hypoglossus und glossopharyngeus mit Willkühr ausgeübt, der zweite Act erfolgt zwar unter Mitwirkung von Muskeln, die zum Theil auch der willkührlichen Bewegung fähig sind, wie der oberen und unteren Gaumenmuskeln, ist aber doch eine un-

willkührliche Bewegung; denn die Bewegungen zum zweiten Acte des Schlingens erfolgen unwiderstehlich, sobald man durch die Zunge einen Bissen oder Getränk oder Speichel bis an eine gewisse Stelle der Zunge gebracht.

Der dritte Act wird unwillkührlich von Bewegungen ausgeführt, welche auch sonst nicht willkührlich seyn können.

Die Ausführung des zweiten Actes ist eine sehr zusammengesetzte Operation, worüber die Schriftsteller der verschiedensten Meinung sind. Zur Einsicht desselben ist vorzüglich eine richtige Ansicht von den Stellungen der Bogen des Gaumensegels in den verschiedenen Bewegungen desselben nöthig. Der Gaumen hat bekanntlich zwei untere Muskelbogen, den vorderen durch die aus den Musc. glossopalatini gebildeten Schenkel, den hintern durch die aus den Musc. pharyngopalatini gebildeten Schenkel. Die Schenkel des vordern und hintern Bogens weichen jederseits von einander und haben die Mandeln zwischen sich, indem der Schenkel des vordern Bogens sich an die Zunge, der Schenkel des hintern Bogens sich nach hinten und abwärts an den Schlund anschliesst; im Gaumen selbst convergiren jederseits die Schenkel des vordern und hintern Bogens, und daher kann man sich die Uvula als im Mittelpunkt der Convergenz oder als im Mittelpunkt eines von jenen Muskelbogen ausgeführten Kreuzgewölbes denken. Ueber die Wirkung dieser Muskeln hat neuerlich Dzondi (*die Functionen des weichen Gaumens. Halle* 1831.) mehr Licht verbreitet. Die Wirkung des vordern Bogens ist, in Verbindung mit der Zunge, die eines Schliessmuskels, und der vordere Bogen führt mit Recht den Namen Constrictor isthmi faucium. Dieselbe Wirkung äussert auch der hintere Muskelbogen, wenn seine oberen und unteren Insertionspunkte fest sind. Wenn aber das Gaumensegel durch den Musc. tens. veli palatini fixirt ist, wenn die unteren Schenkel sich durch Zusammenziehung des Schlundes selbst einander nähern, so muss die Contraction der Musc. pharyngopalatini bewirken, dass sich die hinteren Bogen des Gaumensegels wie zwei Vorhänge von den Seiten einander nähern und den Durchgang zwischen den hinteren Gaumenbogen zu einem ritzähnlichen Schlitze machen, welcher unten sich erweitert. Dzondi hat nun bewiesen, dass diese Annäherung der Seiten des hintern Gaumenbogens oder des hintern Gaumenvorhangs im Schlingen fast bis zur Berührung erfolgt, und in der That kann man sich überzeugen, wenn man bei untersuchendem Finger zu schlingen versucht, oder wenn man am Spiegel, bei herabgedrückter Zunge Schlingversuche macht, dass diese Annäherung wirklich erfolgt und dass die Musculi pharyngopalatini, durch diese Annäherung, den Weg des Bissens von dem obersten Theil des Rachens und den Choannen mit einem herabhängenden und schief nach hinten und unten geneigten Planum inclinatum absperren. Das Zäpfchen ist hierbei erschlafft und liegt bei der Annäherung der Schenkel des hintern Gaumenvorhangs vor der übrigbleibenden Ritze. Ich habe diese Versuche wiederholt und sie bestätigt gefunden. Es ist also unrichtig, wenn die meisten Schriftsteller, wie auch Magendie, behaupten, die Abschliessung der Choanen von dem Schlund ge-

schehe beim Schlingen durch Hinaufziehen des Gaumensegels, eine Bewegung, wodurch überhaupt beide nicht vollkommen von einander abgeschlossen werden können. Bei allen Bewegungen, wo der Nasenkanal von dem Mundkanal excludirt wird, geschieht diess durch die schon beschriebene Bewegung der Annäherung der Schenkel des hintern Gaumenbogens oder, wie Dzondi sagt, des hintern Gaumenvorhangs.

Der Mechanismus des Schlingens ist demnach, nach Dzondi, folgender. Im ersten Act wird der Bissen durch Anpressen der Zunge an den Gaumen bis hinter die Gegend des vorderen Gaumenbogens gebracht. Im zweiten Act bewirkt die Zunge, indem sie sich nach hinten zurückzieht, und der sich hinter dem Bissen zusammenziehende Muskel des vordern Gaumenbogens oder des Constrictor isthmi faucium, die weitere Bewegung. Die Direction der Bewegung wird bestimmt durch die Wände des Rachens in diesem Moment. Durch die Zurückbiegung der Zungenwurzel wird der Kehldeckel auf den Eingang des Kehlkopfs, der gehoben und nach vorn unter die Wurzel der Zunge geschoben wird, gedrückt, und der Bissen gleitet ohne Gefahr der Stimmritze weiter. Da nun im zweiten Act auch die Annäherung der Schenkel des hintern Gaumenbogens eintritt, so ist der Weg in die Choannen und den obern Theil des Rachens abgesperrt, und der Bissen gleitet von dem Planum inclinatum des hintern Gaumenvorhanges in den ihm angenäherten Schlund, durch dessen Contraction er in die Speiseröhre weiter gelangt. Bei dieser Bewegung sind die Zunge, die Muskeln des vordern und hintern Gaumenbogens und die oberen Muskeln des Gaumensegels (durch Anspannung und Fixation des Gaumensegels) und die Constrictores pharyngis zugleich thätig, während das Gaumensegel weder herabgezogen noch hinten aufgezogen, sondern nur angespannt und ein wenig gehoben ist. Siehe Dzondi *l. c. Tab. IV.*

In der Speiseröhre, welche keiner willkührlichen Bewegung fähig ist, wird jede erweiterte, den Bissen aufnehmende Stelle von dem Bissen zur Contraction gereizt; diese wellenförmig fortschreitende Contraction erfolgt, wie man namentlich bei Pferden beim Trinken sieht, überaus schnell; nur bei grossen Bissen und zu häufigem Schlingen ist die Bewegung langsam, und man fühlt das schmerzhafte Fortrücken. Der Bissen und das Getränk sind hierbei in jedem Moment von contractilen Wänden eingeschlossen, die sich an den Bissen anlegen. Diess fällt weg, wenn die Speiseröhre bei Sterbenden bereits gelähmt ist, wo das Getränk mit Kollern hindurchfällt.

Die Bewegungen des dritten Actes sind rein unwillkührlich, und werden von Muskelfasern der Speiseröhre ausgeführt, welche keiner Spur willkührlicher Bewegungen fähig sind. Die im zweiten Act thätigen Muskeln sind willkührlicher Bewegungen fähig, wie die Muskeln der Zunge und des Gaumens und Schlundes, und in der That kann man auch ohne Bissen, wenn der Rachen nur feucht ist, willkührlich schlingen (obgleich nicht oft hinter einander). Man kann ferner einen Theil dieser Bewegungen, wie z. B. das Annähern der Schenkel des hintern Gaumen-

bogens, willkührlich veranlassen, ohne dass es zum Schlingen kommt. Man kann sogar am Spiegel sich überzeugen, dass wir einigen willkührlichen Einfluss auf die Muskeln des Schlundkopfes ausser dem Schlingen haben. Allein wenn mehrere dieser Bewegungen (z. B. die der Zunge und des hintern Gaumenbogens) zu gleicher Zeit willkührlich oder durch Reiz vorgenommen werden, so folgen die Bewegungen der ganzen zum Schlingen gehörigen Muskelgruppe mit den Constrictoren von selbst, und jeder bis an eine gewisse Grenze im Munde gekommene Theil von Getränk, Bissen, Speichel muss unwiderstehlich verschlungen werden.

Das Verschlingen der wahren Schlangen, welche ihre Oberkiefer einigermassen, wie die Hälften des Unterkiefers von einander entfernen können und durch ihre langen, an beweglichen Ossa temporalia aufgehängten Gelenkbeine für den Unterkiefer den Rachen ungeheuer erweitern können, ist, wie Rudolphi richtig bemerkt, ein Herüberziehen der Schlingwerkzeuge über die grosse Beute.

Magendie (*Mémoires sur l'usage de l'épiglotte dans la déglutition. Paris* 1813.) hat bestätigt, was schon Galenus berichtet, dass sich die Stimmritze selbst beim Schlucken schliesst. Er ist aber wohl zu weit gegangen, wenn er glaubt, aus Versuchen an Thieren, die Entfernung des Kehldeckels hebe das Schlingen nicht auf. Wenn man diess auch zugäbe, so ist es eben so gewiss aus den zahlreichen Beobachtungen über Verlust des Kehldeckels durch Kehlkopfsschwindsucht und Reichel's Versuche, *de usu epiglottidis. Berol.* 1816., dass das Schlingen hierdurch sehr beschwert wird. Vergl. Rudolphi, *Physiol.* 2. *p.* 378. Lund, *Vivisectionen. Kopenhagen* 1825. *p.* 9. Bei den wallfischartigen Thieren ist der obere, hier schnabelförmige Theil des Kehlkopfs gegen die Nasenhöhlen heraufgezogen. Die Speisen gelangen hier durch den Druck der Zunge zu den Seiten des Kehlkopfes in den Schlundkopf. Den übrigen Thieren ausser den Säugethieren fehlt das Gaumensegel und in der Regel auch der Kehldeckel.

2) *Bewegungen der Speiseröhre.*

Magendie hat eine eigenthümliche Beobachtung über die rhythmischen Zusammenziehungen des untersten Theils der Speiseröhre ausser dem Schlingen gemacht, welche ich bestätigt habe. Diese Zusammenziehungen geschehen von oben nach der Cardia hinab und schnell, dauern ungefähr 30 Secunden und nach Magendie um so länger (bis 10 Minuten), je voller der Magen ist. Die Zusammenziehung geht, nach meiner Beobachtung, allmählig in Erschlaffung über, worauf wieder die Zusammenziehung folgt. Magendie konnte zur Zeit der letztern nichts vom Contentum des Magens in die Speiseröhre treiben, während bei der Erweiterung die Flüssigkeiten durch ihre blosse Schwere hineinglitten. Was auf diese Art in die Speiseröhre gelangte, wurde entweder (obgleich nur selten) ausgeworfen oder (gewöhnlich) durch die Zusammenziehungen der Speiseröhre in den Magen wieder zurückgetrieben. Man darf sich daher die Cardia nicht jederzeit gleich stark geschlossen denken; bei Dyspepsie scheint die Erschlaffung

noch häufiger zu seyn, und es ist hieraus die Eructation, das Aufstossen von Luft und Speisen erklärlich, sey es, dass die Zusammenziehungen des Magens im Moment der Oeffnung der Cardia den Inhalt hervortreiben oder die mit der Zusammenziehung des Zwerchfells erfolgte Verkleinerung der Bauchhöhle einen Druck auf den Magen anbringt.

Magendie's, Lagallois's und Beclard's Versuche haben gezeigt, dass die Speiseröhre beim Erbrechen in einer dem Schlingen entgegengesetzten antiperistaltischen Bewegung ist. Bei dem Erbrechen, welches durch Einspritzen von Brechweinstein in die Venen erfolgt, sahen sie die Bewegungen der Speiseröhre, auch nachdem sie vom Magen getrennt worden. Lund l. c. p. 15.

3) *Bewegungen des Magens.*

So energisch die Zusammenziehungen der starken Magenmuskeln bei den körnerfressenden Vögeln seyn müssen, so gewiss die mechanische Gewalt in dem mit Zähnen bewaffneten Magen vieler Crustaceen und Orthopteren unter den Insecten wirkt, so schwach sind die Bewegungen des membranösen Magens im gesunden Zustande. Man sieht zwar immer bei Vivisectionen, dass die Magenwände straff den Mageninhalt umschliessen, aber der Magen zeigt den auffallendsten Contrast gegen die unaufhörlichen peristaltischen Bewegungen der Gedärme, die sie besonders auf den Reiz der atmosphärischen Luft annehmen.

Die Reizung des N. vagus durch Galvanismus, bei Kaninchen, Hunden und fleischfressenden Vögeln, scheint gar keinen Einfluss auf den Magen zu äussern, eben so wenig, wie die Reize des Ganglion coeliacum bei Kaninchen. Nur Reize auf den Magen selbst angewendet, bewirken sogleich Zusammenziehung.

Es geht hieraus hervor, wie sehr sich diejenigen täuschen, welche bei der Zerkleinerung der Speisen auf die Bewegungen des Magens viel rechnen. Die peristaltischen Bewegungen des Magens habe ich deutlich nie gesehen, ich beschreibe sie daher nach Magendie, *Préc. élément. de physiol.* 2. *ed.* 2. *p. p.* 87. In der ersten Zeit der Verdauung bleibt der Magen gleichförmig ausgedehnt, später zieht sich die Portio pylorica in ihrer ganzen Ausdehnung zusammen, wo sich die in Speisebrei verwandelten Nahrungsmittel anhäufen, während die weniger alterirten Stoffe in der Portio splenica sich befinden. Die peristaltischen Bewegungen, die sich nach Magendie auch nach Durchschneidung der N. vagi fortsetzen, sind folgende. Nachdem der Magen einige Zeit unbeweglich gewesen, zieht sich der Anfang des Duodenums zusammen, ebenso der Pylorus und die Portio pylorica; diese Bewegung treibt den Chymus gegen den Fundus. Darauf dehnt sich der Magen wieder aus und nun contrahirt sich die Portio pylorica von der linken zur rechten und treibt den Chymus gegen das Duodenum, wo er durch den Pylorus durchgeht, wenn die Speisen die gehörige Auflösung im Magen erlitten haben. Diese Bewegungen wiederholen sich einigemal, darauf hören sie auf, um sich nach einer bestimmten Zeit zu wiederholen. Ist der Magen voll, so beschränkt sich die Bewegung auf die dem Pylorus zunächst gelegene Partie, in dem Maass als er sich entleert, dehnt

sich die Bewegung aus und zeigt sich auch in der Portio splenica, wenn der Magen fast leer ist.

Schultz (*de alimentorum concoctione. Berol.* 1834.) nimmt an, dass die Bewegung des Magens bei Thieren mit stärkerem Fundus so stattfinde, dass die Speisen innerhalb der beiden Curvaturen Cirkel beschreiben, wie beim Kaninchen und beim Pferd, während bei den reissenden Thieren mit geringerm Fundus die Speisen abwechselnd gegen den Pylorus hin und wieder zurückgetrieben werden; daher sollen die ersteren Thiere schwer, die letzteren leichter brechen.

Beaumont hat die Bewegungen des Magens an einem Menschen beobachtet, der von einer Schusswunde ein ansehnliches Loch im Magen behielt, dessen Ränder mit den Bauchwänden verwachsen waren. W. Beaumont *experiments and observations on the gastric juice and the physiology of digestion. Boston* 1834.

Ausser der Verdauung ist der Magen zusammengezogen. Sobald die Speisen in den Magen getreten, bewegen sie sich aus dem Fundus von links nach rechts entlang der grossen Curvatur, dann entlang der kleinen Curvatur von rechts nach links. Diese Bewegungen sah er auch an den Ortsveränderungen, welche die Kugel des in den Magen gebrachten Thermometers erlitt. Die Umwälzungen sind in 1—3 Minuten vollendet. Sie nehmen mit dem Fortschritt der Chymification an Schnelligkeit zu.

Nach Beaumont finden in der Portio pylorica am Anfang des conischen Theils derselben 3—4 Zoll von dem dünnen Ende eigenthümliche Contractionen und Relaxationen statt; der an diese Stelle gebrachte Bulbus des Thermometers wurde von Zeit zu Zeit festgehalten und 3—4 Zoll weit gegen den Pylorus hingezogen. A. a. O. p. 113.

Im Anfang der Verdauung scheint der Pylorus ganz verschlossen. Die Verschliessung des Pylorus kann so stark seyn, dass nach Wepfer, Tiedemann und Gmelin selbst aus dem ausgeschnittenen Magen nichts entweicht. Nach Abernethy gehen beim Menschen anfangs nicht einmal leicht Getränke durch den Pylorus; er fand bei einer Person, die sich durch Opium vergiftet und der man während des Lebens viel Flüssigkeit eingeflösst hatte, alle Flüssigkeit nach dem Tode noch im Magen. Nach Magendie wird durch den Magen schon der grösste Theil der Flüssigkeit aufgesogen; doch soll beim Pferd das Wasser schnell durch den Pylorus durchgehen und bis in das geräumige Coecum gelangen, so wie auch das Futter zum Theil unaufgelöst schon durch den Pylorus durchgeht. Coleman liess ein Pferd viel Wasser trinken; nach 6 Minuten fand man das Wasser schon durch den Pylorus und die dünnen Gedärme bis in das Coecum gelangt. Abernethy *physiol. Lect.* 180. Gegen das Ende der Verdauung scheint der Pylorus dem Andrängen eine schwächere Resistenz entgegenzusetzen; denn bekanntlich öffnet er sich auch für unverdaute Dinge, wie Kirschkerne und andere grössere Körper. Home's Meinung von einer mittlern Einschnürung des Magens während der Verdauung ist nicht bewiesen. Tiedemann hat nichts davon bei Hunden gesehen, ich auch nicht.

4) *Wiederkäuen.*

Bei den wiederkäuenden Thieren führt die Speiseröhre unmittelbar zugleich in den ersten (Pansen) und zweiten Magen (Haube). Die Speiseröhre setzt sich aber durch einen Halbkanal in den dritten Magen fort. Nach Flourens neuen Beobachtungen am Schafe (*Revue encyclopédique Paris*, *Nov.* 1831. *pag.* 542.) gelangt das Futter beim ersten Verschlingen, gleichviel ob Gras, Hafer, Rüben, in den ersten und zweiten Magen zugleich. Als man einem Schaf einen Brei von gekäuten Rüben gab, drang diese feinere Masse in die beiden ersten Magen, und ein kleiner Theil auch in den dritten Magen. Aus dem ersten und zweiten Magen gelangen die vorläufig dort von dem Speichel und den Absonderungen dieser Mägen erweichten Speisen durch eine Art Eructation wieder in den Mund, und werden zum zweitenmal gekäut, worauf sie wieder verschluckt werden. Was nach der zweiten Deglutition geschieht, hat nun Flourens so auszumitteln gesucht, dass er an verschiedenen Thieren einen Anus contra naturam an den verschiedenen Mägen anlegte. Die Oeffnung, welche er schliessen konnte, erlaubte ihm zu beobachten, was in dem Magen vorging. Beim Verschlingen nach der Rumination gelangt ein Theil des Wiedergekäuten zwar auch noch in den Pansen und in die Haube, aber ein grosser Theil folgte der Halbrinne der Speiseröhre und in den dritten Magen. Flourens erklärt den verschiedenen Weg der Speisen nach der ersten und zweiten Deglutition auf folgende Art. Bei der ersten Deglutition ist der Bissen voluminös, er erweitert die Speiseröhre (auf Kosten jenes Halbkanals), und gelangt nothwendig in den ersten Magen. Beim zweiten Schlingen sind die Speisen weich und folgen ohne Ausdehnung der Speiseröhre der ihnen sich anweisenden Rinne, wobei jedoch auch wieder ein kleiner Theil in den ersten Magen gelangen kann. Wenn die von Magendie und mir bei Thieren beobachteten rhythmischen, sich wiederholenden und eine geraume Zeit anhaltenden Zusammenziehungen des untern Theils der Speiseröhre auch bei den Wiederkäuern statt finden, so müssen sie die Lefzen des Halbkanals, der in den dritten Magen führt, zu einem ganzen Kanal formiren, in welchen alles fein Zertheilte eindringt, der aber von voluminösen Bissen (bei der ersten Deglutition) ausgedehnt werden muss. Vergl. Berthold, *Beiträge zur Anat., Zootomie und Physiol. Gött.* 1831.

In Hinsicht des Erbrechens fand Flourens, dass während die beiden ersten Mägen leicht die Speisen zum Wiederkäuen austreiben, der vierte Magen, durch welche das Erbrechen stattfindet, ausserordentlich schwer zu dieser Bewegung bestimmt wird. *Mém. de l'acad. des sc. T.* 12.

5) *Erbrechen.*

Das Erbrechen ist eine mit Ekel verbundene antiperistaltische Bewegung des Magens (zuweilen auch eines Theils des Darms) und der Speiseröhre, begleitet von heftigen Zusammenziehungen der Bauchmuskeln und des Zwerchfells, welche erregt werden kann durch jede auf den Schlund, die Speiseröhre, den Magen,

den Darmkanal unmittelbar, oder mittelbar durch die Nerven dieser Theile einwirkende starke Reizung, oder welche selbst erfolgt, wenn die Reize dieser Theile in den Kreislauf von andern Orten aus eingeführt werden. So entsteht das Erbrechen durch mechanische Reizung des Schlundkopfes mit einer Feder, mit dem Finger, ja selbst durch einen Bissen, der im Schlunde zu lange verweilt, durch alle Mittel, welche den Magen mechanisch oder chemisch reizen, durch Entzündung desselben und des Darmkanals, durch eingeklemmte Brüche und Intussusceptionen des Darmkanals, durch Reizung des Gehirns und Unterbrechung des Hirneinflusses nach Durchschneidung oder Unterbindung der Nervi vagi, zuweilen selbst durch die beim Husten sich associirenden Bewegungen; ferner bei Kopfverletzungen, endlich durch Einflössen von Tartarus emeticus in die Venen. Alle Reize, welche, in geringem Grade örtlich applicirt, die peristaltischen Bewegungen der gereizten Theile befördern, machen in heftigem Grade der Wirkung dieselben Bewegungen antiperistaltisch, und bewirken durch Consensus der Nerven auch die Bewegungen der übrigen zum Erbrechen concurrirenden, nicht primär gereizten Theile. Nach Dzondi ist die Stellung des hintern Gaumenbogens im Erbrechen dieselbe, wie im Schlingen, und indem die Schenkel des hintern Gaumenbogens sich einander nähern und ein Planum inclinatum vom Gaumensegel bis zur hintern Wand des Schlundes bilden, der hintere Gaumenbogen aber mehr aufgezogen wird und das Zäpfchen durch die Wirkung seines Muskels sich verkürzt, ist der Weg bezeichnet, durch welchen das Erbrochene in den Mund gelangt und die Nase vermeidet, welches letztere freilich nicht immer geschieht, da die unteren, auch bei den Annäherungen seitlich auseinander weichenden Schenkel des hintern Gaumenbogens den Eingang vom untern Theil des Schlundes in die Choannen erleichtern. Die reissenden Thiere brechen leicht, das Pferd sehr schwer.

Magendie hat den früher von Bayle, Chirac, Senac, und J. Hunter angeregten, von Haller aber widerlegten Zweifel über den Antheil des Magens am Erbrechen wieder vorgebracht, und behauptet, dass der Magen dabei völlig unthätig sey, und das Erbrechen allein aus Zusammendrückung des Magens vermöge der Verkleinerung der Bauchhöhle durch die Zusammenziehung des Zwerchfells und der Bauchmuskeln entstehe. Magendie beobachtete bei Hunden, denen er Brechmittel durch Einspritzen in die Venen oder im Magen beigebracht, niemals Zusammenziehungen am Magen. Zog er denselben aus der Bauchhöhle heraus, so erfolgte kein Erbrechen, sobald er aber den Magen in die Bauchhöhle zurückbrachte, erfolgte es. Ein Druck mit der Hand ersetzte die Bauchmuskeln; zerschnitt er die letzteren, so bewirkte das Zwerchfell noch Erbrechen, in Verbindung mit der weissen Linie. Die Durchschneidung der Zwerchfellsnerven hob das Erbrechen auf. Ersetzte er den Magen durch eine an die Speiseröhre angebundene Schweinsblase, so erfolgte das Erbrechen aus denselben Ursachen, wie bei dem unverletzten Magen. Maingault's Widersprüche

gegen diese Behauptungen, welcher nach Durchschneidung des Zwerchfells und der Bauchmuskeln Erbrechen sah, veranlassten weitere Untersuchungen. Das Comité der Academie fand, dass ohne äussern Druck auf den Magen kein Erbrechen statt findet; dieser Druck kann aber sehr gering seyn, und Flüssigkeiten können nach durchschnittenen Bauchmuskeln und Lähmung des Zwerchfells durch blosse Annäherung der untersten Rippen zu der Regio epigastrica in die Speiseröhre getrieben werden; im Magen selbst entdeckten sie, ausser den vom Erbrechen unabhängigen (?) cirkelförmigen Zusammenziehungen in der Gegend des Pförtners, keine Bewegung, dahingegen Rudolphi solche Bewegung auch nach Durchschneidung der Bauchmuskeln gesehen hat. Ueber die den Gegenstand nicht wesentlich aufklärenden, weiteren Versuche von Portal, Bourdon, Beclard, Merat gegen Magendie, und Rostan, Piedagnel, Gondret für denselben, kann man das angeführte Werk von Lund nachsehen. Magendie's Versuch mit der Blase beweisst wohl nicht viel, und Rudolphi bemerkt mit Recht, dass durch Einspritzung von Brechweinstein in die Venen antiperistaltische Bewegungen in der Speiseröhre entstehen müssen, welche den Inhalt der Blase, der ohnehin nur zum kleinsten Theil ausgeworfen würde, hinaufziehen können. Dieser Versuch verliert aber alle Beweiskraft, wenn man bedenkt, dass die Ursache, warum überhaupt der Mageninhalt nicht in die Speiseröhre auslaufen kann, die beschriebene Zusammenziehung der Speiseröhre an der Cardia, bei dem Durchschneiden der Speiseröhre an dieser Stelle aufhören musste, jede Flüssigkeit also ausfliessen konnte bei der geringsten Veranlassung. Aber überhaupt kann man mit Rudolphi's gerechter Indignation fragen, wie kann der Umstand, dass eine Blase nach oben entleert wird, beweisen, dass der Magen beim Erbrechen unthätig ist? Ein wichtiger Umstand, der bisher nicht gewürdigt worden, ist eine Art von unmerklicher Zusammenziehung des ganzen Magens, wo er in seinem Volumen im Ganzen kleiner wird, ohne dass man an einzelnen Theilen Contraction sieht. Diess habe ich oft ausser dem Erbrechen beobachtet. Mir scheint die Contraction des Magens im Erbrechen unzweifelhaft, da man deutlich die Zusammenziehung des Magens dabei fühlt, obgleich man im allgemeinen den Antheil des Magens dabei viel zu gross angeschlagen hat, der beim Erbrechen von unmittelbarem Reiz des Magens die Reizung sympathisch auf andere Muskeln, namentlich die Bauchmuskeln und das Zwerchfell, fortpflanzen kann. Diess Letztere ist keine Vermuthung mehr; denn ich habe mehrmal die Beobachtung gemacht, dass die mit der Nadel bewirkte Zerrung des N. splanchnicus in der Bauchhöhle, wo er bei Kaninchen auf der linken Seite an der innern Seite der Nebenniere ziemlich leicht zu finden ist, Zusammenziehungen der Bauchmuskeln veranlasst. (Beim Hunde ist diess nicht gelungen). Da nun der Nervus splanchnicus die Verbindung zwischen dem Nervus sympathicus und dem Ganglion coeliacum bewirkt, der Nervus sympathicus aber wieder mit den Spinalnerven, und durch sie mit dem Rükkenmark zusammenhängt, so folgt, dass Reizung des Nervus

splanchnicus entweder ohne oder mit Vermittelung des Rückenmarks durch Nervenzusammenhang die Spinalnerven der Bauchmuskeln reizen kann, und dadurch in Reizungen des Magens durch Vermittelung des G. Coeliacum und des Nervus splanchnicus Zuckungen der Bauchmuskeln sympathisch entstehen müssen. Diese Beobachtung macht mir Magendie's Theorie von der Wirkung der Brechmittel überaus unwahrscheinlich. Er nimmt nämlich an, dass die Brechmittel in den Magen eingeflösst auch erst ins Blut aufgenommen werden, und von dort aus die beim Brechen concurrirenden Organe afficiren, wie beim Erbrechen, welches durch Einspritzung von Brechweinsteinlösung in anderen Theilen und in die Venen entsteht. Wenn der Nervus splanchnicus Zukkungen der Bauchmuskeln erregen kann, so ist es fast erwiesen, dass das Erbrechen von Einnehmen des Brechmittels durch Propagation der Nervenreizung erfolgt, wie denn eine andere Erklärung auch unmöglich beim Erbrechen von mechanischer Reizung des Magens, von mechanischer Reizung des Darms, von Magen- und Darmentzündung, von mechanischer Reizung des Schlundes statt finden kann. Magendie's Theorie ist daher ungegründet, und gerade diese Theorie war es, wovon seine Ansicht von der Unthätigkeit des Magens beim Erbrechen eine blosse Consequenz war. Siehe übrigens Magendie *mémoire concernant l'influence de l'émetique etc. nouv. bull. de la soc. philom. T. 3. p.* 360.

Wenn es nun sehr wahrscheinlich ist, dass in den Magen gelangte Brechmittel schon von dort aus, und nicht indem sie ins Blut gelangen, durch Nervenconsensus die Erbrechungsbewegungen erregen, und wenn diess von dem Erbrechen, das durch mechanische Reize in den Verdauungswerkzeugen, durch Darm- und Magenentzündung erregt wird, gewiss ist, so entsteht nun die Frage, ob der Magen und Darm, indem sie Erbrechen erregen, mehr durch den Nervus vagus auf das Gehirn, oder durch den N. splanchnicus und sympathicus auf Gehirn und Rückenmark den Eindruck fortpflanzen, worauf die weiteren Hülfsbewegungen des Erbrechens durch Wirkung der Spinalnerven auf die Bauchmuskeln und das Zwerchfell vom Gehirn und Rückenmarke aus erfolgen. Die genannte Beobachtung über die Fähigkeit des Nervus splanchnicus, Zuckungen der Bauchmuskeln zu erregen, beweist den Antheil des N. splanchnicus an jener Transmission. Das Erbrechen von Reiz des Schlundes, in dem sich vorzüglich Aeste des N. vagus verzweigen, beweist den Antheil des Nervus vagus an jener Transmission, indess ist allerdings wahrscheinlich, dass N. splanchnicus und vagus zugleich bei der Wirkung anderer Brechreize im Magen und Darm die Transmission des Reizes bewirken.

Das Erbrechen von Durchschneidung und Unterbindung des Nerv. vagus (Mayer in Tiedemann's *Zeitschrift* 2. 62.) ist schwer auf eine definitive Art zu erklären. Man kann sagen, durch Aufhebung des Hirneinflusses vom Nervus vagus auf den Magen wird das Gleichgewicht der Kräfte in dem von Nervus vagus und splanchnicus zugleich versehenen Magen aufgehoben. Noch lässt sich indess das Erbrechen daraus erklären, dass

die Unterbindung und auch die mit der Durchschneidung des N. vagus verbundene Quetschung auf das Gehirn wirkt, und da die Enden der durchschnittenen Nerven nothwendig in Entzündung gerathen müssen, so ist der Eindruck des Hirnstücks vom N. vagus auf das Gehirn derselbe, als ob die Endzweige des N. vagus im Magen in der Magenentzündung gereizt werden, und es erfolgt in beiden Fällen dasselbe Phänomen, Erbrechen. Auch die Durchschneidung anderer Nerven bewirkt zuweilen Erbrechen mit anderen Nervenzufällen, wie die Durchschneidung des Sehnerven bei der Exstirpatio bulbi oculi.

Dass die Transmission des Eindrucks durch den Nervus vagus Antheil am Erbrechen habe, macht Brachet (*Recherches sur les fonctions du système ganglionaire*) daraus wahrscheinlich: „Quelque soit la dose que vous administriez les vomitifs et les purgatifs dans des chiens, à qui vous avez fait la section des nerfs vagues, leur impression devient nulle.“ Diess steht freilich mit der Erfahrung im Widerspruch, dass Hunde nach dem Durchschneiden des Nervus vagus von selbst vomiren. Vergl. oben p. 235.

Bei dem Erbrechen von Gehirnaffection wirkt die Reizung entweder durch die des Rückenmarks auf die Spinalnerven und Zwerchfell und Bauchmuskeln, oder durch den N. vagus auf Speiseröhre und Magen und durch die Verbindung des N. vagus mit dem sympathicus, nämlich durch den N. splanchnicus auf die Spinalnerven und das Rückenmark. Gewöhnlich stellt man sich vor, dass der Nerv. vagus, von Gehirnaffection gereizt, Contraction des Magens bewirkt. Diess ist schwer zu glauben, denn wie deutlich die Zusammenziehungen der Speiseröhre sind, die man durch mechanischen und galvanischen Reiz des N. vagus bewirken kann, so ist es mir doch in den vielfältigsten Versuchen mit Kaninchen, fleischfressenden und körnerfressenden Vögeln nie gelungen, durch die stärksten mechanischen Reize, und selbst die einer sehr starken Säule auf den isolirten N. vagus auch nur eine irgend deutliche Zusammenziehung des Magens zu erregen. Selbst der dicke Muskelmagen der Hühner contrahirt sich hierbei durchaus nicht. Dagegen zieht sich der Magen sogleich bei Säugethieren und Vögeln zusammen, wenn man ihn selbst reizt. Aehnliche Beobachtungen haben Magendie und Mayo gemacht. Die Bewegungen des Magens scheinen fast allein vom Nervus sympathicus abhängig, wie die des Darms. Beide können sich ausgeschnitten noch peristaltisch bewegen, wie Wepfer vom Magen und Andere vom Darm sahen.

Nun entsteht immer noch die Frage, auf welche Art Brechmittel wirken, die ins Blut gelangen, ohne erst in den Magen eingeflösst zu seyn. Diess ist nicht ganz klar, oder vielmehr wir besitzen keine hinreichenden Thatsachen, diese Frage bestimmt zu entscheiden. Im Grunde ist es einerlei, ob ein Reiz an der äussern Fläche der Organe, oder noch unmittelbarer durch das Blut im Parenchym eines Organes wirkt, wie denn auch Arsenik von anderen Theilen aus Magenentzündung erregt. Hiernach scheint es, dass der ins Blut gekommene Brechweinstein von den Blutgefässen

aus auf die beim Erbrechen betheiligten Organe wirke. Allein es ist immer noch zweifelhaft, ob er mehr auf die organischen Excitatoren der Bewegungen, Gehirn, Rückenmark und Nerven, oder unmittelbar auf die beweglichen Organe selbst wirkt.

6) *Bewegung des Darms.*

Die wurmförmigen oder peristaltischen Bewegungen des Darms, ebenso unwillkührlich wie die des Magens, scheinen während des Lebens schwach, und sind nur in nervöser Reizung, die sich auf die Gedärme fortpflanzt, in der Dyspepsie und in krampfhaften Bewegungen, namentlich bei einer Reizung und im Durchfall schneller; bei eben geöffneten Thieren sind sie sehr unmerklich, sie verstärken sich aber schnell durch den Reiz der Luft zu einem ausserordentlichen Grade von Lebhaftigkeit; die Därme heben und senken sich, treiben ihren Inhalt weiter und im Allgemeinen immer mehr nach abwärts. Reizt man den Darm mechanisch, chemisch, galvanisch, so zieht er sich an dieser Stelle allmählig sehr eng zusammen, der höchste Grad von Zusammenziehung erfolgt, wenn der Reiz schon aufgehört hat, und lässt allmählig ebenso wieder ab. Wendet man starke galvanische Reize auf den auf einer Glasplatte isolirten Nervus splanchnicus oder auf das Ganglion coeliacum an, so verstärken sich die Bewegungen allgemein; Durchschneidung der Nervi vagi hebt diese Bewegungen so wenig als Verletzung der sympathischen Nerven auf, sie dauern an dem abgeschnittenen Darmkanal fort.

Auf dem Wege durch den Darmkanal verliert der Darminhalt durch Resorption allmählig immer mehr nahrhafte Theile, und es werden die Reste als Excremente im Dickdarm immer consistenter. Der Schliessmuskel des Afters ist zu jeder Zeit ausser den Kothausleerungen contrahirt. Einen geringen Grad beständiger Contraction scheint derselbe mit allen Muskeln gemein zu haben, die man wenigstens dann erst erkennt, wenn ihre Antagonisten durchschnitten sind. Die Contraction des Sphincters ist aber besonders durch die Ansammlung des Koths und dessen Reiz im Mastdarm vermehrt; sie dauert so lange, bis sie durch den Andrang der Excremente überwunden wird; die Contractionen des Sphincters sind der willkührlichen Verstärkung, aber nicht der willkührlichen Erschlaffung fähig. Die Expulsion der Excremente, und die den Widerstand des Sphincters überwindende Gewalt kann in seltenen Fällen bei weichen Excrementen ohne Mitwirkung der Bauchwände durch blosse (unwillkührliche) Contraction des Mastdarms erfolgen; wie Legallois und Beclard (*Bull. de la fac. et de la soc. de med.* **1813.** *N.* **10.**) nach Wegnahme der Bauchmuskeln gesehen haben wollen. Gewöhnlich sind indess die Zusammenziehungen des Zwerchfells und der Muskeln durch Einengung der Bauchhöhle mit Erhebung des willkührlich beweglichen Levator ani zur Kothentleerung nöthig. Alle diese Bewegungen willkührlicher Muskeln treten auch unwillkührlich und krampfhaft so gut wie beim Erbrechen ein, wenn der Reiz der Excremente auf den Mastdarm anhaltend und sehr heftig ist.

Jene Bewegungen können auch durch Verletzungen und Krankheiten des Rückenmarks (und Gehirns) gelähmt seyn, und es kann,

je nachdem mehr der Sphincter ani erschlafft, oder der Mastdarm und die Bauchmuskeln gelähmt sind, unwillkührlicher Abgang oder beständige Verstopfung entstehen. Nach KRIMER ist die Kothentleerung nach Zerschneidung der Nervi phrenici und Lähmung des Zwerchfells nicht aufgehoben, wohl aber nach Zerschneidung der Bauchmuskeln oder des Rückenmarks bei Hunden, zwischen dem 5—6. Rückenwirbel.

## *IV. Capitel.* Von den Verdauungssäften.

*a. Speichel.* Die Absonderung des Speichels scheint in der Thierwelt mit Ausnahme der Wallfische und Fische fast allgemein zu seyn. Die Insekten besitzen speichelabsondernde Schläuche, Blinddärmchen oder Röhren, die Mollusken ein oder mehrere Paar zusammengesetzte Speicheldrüsen. Viele Schlangen haben bloss einfache Speicheldrüsen. Mit der Speichelabsonderung muss man die Giftabsonderung der Schlangen nicht verwechseln; denn die Giftschlangen haben ausser den gewöhnlichen Speicheldrüsen auch noch die besonderen Giftdrüsen. Ob die giftigen Säfte der Schlangen (auch der Spinnen) zur Auflösung der Speisen beitragen, ist noch unbekannt. Die Analogie, die man zwischen diesen Säften und dem giftigen Speichel der Hundswuthkranken gezogen hat, ist aber wohl abergläubisch; denn in der Hundswuth ist die Ansteckung durch den Speichel nur zufällig, und nach den Versuchen von HERTWIG in der Thierarzneischule zu Berlin können andere Säfte der Hundwuthskranken, wenigstens Blut, eingeimpft die Wuth erzeugen. Hiermit fällt auch die Hindeutung auf die giftige Beschaffenheit, welche der Speichel durch Leidenschaft erlangen soll, weg. Die materiellen Veränderungen in Leidenschaften sind allgemeine, und betreffen zugleich mehrere Absonderungen, wie besonders von der Milch bekannt ist. Dass Bisswunden gereitzer Thiere sich von gewöhnlichen gerissenen Wunden unterscheiden, davon ist der Beweis noch zu führen *).

*) Das Schlangengift ist nach FONTANA weder alkalisch noch sauer, es ist gelblich, ohne bestimmten Geschmack, es sinkt im Wasser zu Boden und mischt sich nicht leicht mit demselben. In Wunden gebracht macht es das Blut der lebenden Thiere schnell gerinnen, aus der Ader gelassenes Blut verliert nach FONTANA durch Zusatz von Vipergift seine Gerinnbarkeit. Das Viperngift ist weder für die Vipern noch für andere Schlangen tödtlich, wenn sie gebissen werden. FONTANA *über das Viperngift, Berlin* 1787. *p.* 15. Dagegen sah RENGGER Klapperschlangen mit von Klapperschlangen vergifteten Wunden bald sterben. Viperngift tödtet nicht die gebissenen Blutegel, Blindschleichen, für die Schildkröten ist das Gift nur zuweilen tödtlich, allen warmblütigen Thieren ist es tödtlich, wenn es in Wunden gebracht wird. Ausser den Wunden scheint das Gift nicht tödtlich zu wirken, wie wenigstens REDI'S, MANGILI'S und POMMER'S Versuche lehren. Ueber die Wirkungen des Schlangengifts auf lebende Thiere, siehe FONTANA *l. c.* und RENGGER, MECK. *Archiv* 1829. *p.* 271. Die gewöhnlichsten Erscheinungen sind äusserste Kraftlosigkeit, Schwindel, Erbrechen, Durchfall, Zittern, Lähmung, die gebissenen Glieder schwellen

Ueber die Quantität des Speichels hat Dr. C. G. Mitscherlich bei einem Menschen mit einer Speichelfistel des Ductus Stenonianus Beobachtungen mitgetheilt. Die Ausscheidung hört bei vollkommener Ruhe der Kaumuskeln und der Zunge, und bei Mangel eines ungewöhnlichen Nervenreizes auf; unter den entgegengesetzten Umständen wird sie hervorgerufen. Die Menge des abgesonderten Speichels beträgt bei einem gesunden Manne in 24 Stunden aus einer Parotis 65 bis 95 Grammen, der aus dem Mund ausgeworfene Speichel von den 5 anderen Drüsen beträgt 6 mal mehr als der Speichel einer Parotis. Mitscherlich *über den Speichel des Menschen.* Rust's *Mag.* 1832. Schultz (*de alimentorum concoctione. Berol.* 1834.) sammelte aus dem Ductus Stenonianus eines Pferdes in 24 Stunden 55 Unzen und 7 Drachmen Speichel, wovon 12 Unzen auf die innerhalb 2 Stunden erfolgte erste Fütterung, 10 Unzen 9 Drachmen auf die Zeit von 3 Stunden zwischen der ersten und zweiten Mahlzeit kommen.

Ueber die chemische Natur des Speichels von Menschen und Säugethieren besitzen wir ausgezeichnete Arbeiten von Berzelius (*Thierchemie*), Gmelin, (Tiedemann und Gmelin *die Verdauung nach Versuchen. Heidelb.* 1826.) und Mitscherlich (*a. a. O.*).

Der Mundspeichel ist ein fadenziehendes Gemeng von Speichel und Schleim. In einem hohen schmalen Gefäss gesammelt, trennt er sich nach Berzelius allmählig in eine obere, klare, farblose und eine untere Schicht, welche ein Gemenge derselben Flüssigkeit und einer weissen undurchsichtigen Masse ist. Mit Wasser verdünnter und geschüttelter Speichel lässt den Schleim vollständiger zu Boden fallen. In Hinsicht der sauren oder alkalischen Reaction ist der Speichel sich nicht gleich. Tiedemann und Gmelin fanden ihn bei Menschen meist schwach alkalisch, zuweilen neutral, nie sauer. Schulze (*vergl. Anat.*) fand ihn beim Menschen sauer, wenn er lange in der Mundhöhle verweilt hatte, alkalisch immer bei Kindern. Speichel von Hunden und Schafen aus dem Stenon'schen Gang selbst aufgefangen fand Gmelin alkalisch. C. H. Schultz fand den Speichel des Menschen in der Regel alkalisch, so zwar, dass eine Drachme Speichel zur Saturation einen Tropfen Weinessig erforderte. Auch der Speichel des Pferdes war alkalisch. Nach der Saturation soll der Speichel allmählig wieder alkalisch werden. Dr. Mitscherlich fand den Speichel einer Speichelfistel während des Essens und Trinkens, und schon nach dem ersten Bissen, alkalisch, ausser dieser Zeit sauer. Die Alkalescenz des Speichels soll nach Schultz von Ammonium herrühren; nach Mitscherlich dagegen giebt der frische Speichel auch beim Erwärmen kein Ammoniak, und das freie Alkali ist fix.

Der Speichel enthält sehr sparsame Körnchen, wie Leuwenhoek,

---

häufig, aber nicht immer auf, und die Wunde wird unterlaufen. Diese Symptome treten schon nach einigen Minuten ein, der Tod erfolgt schnell oder innerhalb eines Tages, oder innerhalb 14 Tage. Bei der Section zeigen sich brandartige Flecke in verschiedenen Eingeweiden. Die Erzählungen von Bannen der Thiere durch den Blick der Schlangen sind Fabeln.

Weber, Tiedemann und ich gesehen; sie sind durchsichtig und nach Weber grösser als Blutkügelchen. Nach Berzelius enthält der Speichel des Menschen ohngefähr 1 Proc. von aufgelösten Stoffen. Der Speichel hatte in Mitscherlich's Versuchen ein specifisches Gewicht von 1,0061—1,0088; in Schultz's Versuchen hatte der Pferdespeichel ein specifisches Gewicht von 1,0125. Der Rückstand des Speichels nach dem Abtrocknen ist durchsichtig. Alcohol zieht daraus eine kleine Menge Osmazom mit etwas Chlornatrium, Chlorkalium und milchsaurem Alkali aus. Der in Alcohol ungelöste Theil ist schwach alkalisch und enthält Natron. Der ausgezogene Rückstand besteht nun aus einem Gemeng von Schleim ($\frac{1}{3}$) und einem eigenen Stoff, Speichelstoff. Die Auflösung desselben im Wasser ist etwas schleimig und wird durch Kochen nicht unklar. Beim Abdunsten erhält man den Speichelstoff, der nach Berzelius durchsichtig, farblos, nach Tiedemann und Gmelin hellbraun und undurchsichtig ist. Nach Mitscherlich ist er gelbbraun, wenn man das Alkali nicht sättigt, und zieht Feuchtigkeit aus der Luft an, ist dagegen fast ganz weiss und zerfliesst nicht, wenn das freie Alkali zu Anfang der Analyse neutralisirt worden ist. Der weisse Speichelstoff löst sich nach dem vorsichtigen Eintrocknen ganz (nicht zum Theil wie der braune) im Wasser auf. Der Speichelstoff des neutralisirten Speichels reagirt nicht alkalisch, wie Mitscherlich bemerkt; ohne Neutralisation des Speichels reagirt er alkalisch. Mit Wasser begossen wird der Speichelstoff wieder aufgelöst zu einer klaren Flüssigkeit, die nach Berzelius und Mitscherlich weder von Galläpfelinfusion, Quecksilberchlorid, Eisenchlorid und basischem essigsauren Bleioxyd (Berzelius), noch von starken Säuren gefällt wird, nach Gmelin dagegen von Galläpfelinfusion, Kalkwasser und der Auflösung von Alaun, den neutralen Oxydsalzen von Kupfer, Blei und Eisen, von Quecksilberchlorid und salpetersaurem Silberoxyd gefällt wird. Nach Mitscherlich fällt salpetersaures Silberoxyd allerdings den Speichelstoff, auch essigsaures Bleioxyd, letzteres den ohne vorherige Neutralisation des Speichels dargestellten Speichelstoff. Der nach Ausziehung des Speichelstoffes mit kaltem Wasser zurückbleibende Schleim enthält nach Berzelius viel Knochenerde, woraus sich wahrscheinlich der, aus phosphorsaurem Kalk bestehende, Weinstein der Zähne bildet. Tiedemann und Gmelin erhielten aus dem Speichel des Menschen beim Abdampfen 1,14 bis 1,19 Proc. feste Theile, die 0,25 Theile Asche gaben, wovon 0,203 in Wasser löslich, und 0,047 phosphorsaure Erdsalze waren. 100 Theile Rückstand von verdünnten Speichel gaben:

| | |
|---|---|
| in Alcohol lösliche, nicht in Wasser lösliche Substanz (phosphorhaltiges Fett) . . . . . . . . . . . . . . in Alcohol und in Wasser lösliche Stoffe: Osmazom, Chlorkalium, milchsaures Kali, Schwefelcyankalium . . . | 31,25 |
| aus der Lösung in kochendem Alcohol beim Erkalten niedergefallene thierische Substanz mit schwefelsaurem Kali und etwas Chlorkalium . . . . . . . . . . . . . | 1,25 |
| | 32,50 |

| | |
|---|---|
| | 32,50 |
| nur in Wasser lösliche Stoffe: Speichelstoff mit viel phosphorsaurem und etwas schwefelsaurem Alkali und Chlorkalium | 20,00 |
| weder in Wasser noch Alcohol lösliche Stoffe: Schleim, vielleicht etwas Eiweiss mit kohlensaurem und phosphorsaurem Alcali . . . . . . . . . . . . . . . . . | 40,00 |
| | 92,50 |

Nach Dr. Mitscherlich's Analyse enthält der Speichel folgende Salze:

| | | |
|---|---|---|
| Chlorkalium . . . . . . . . . . . . . . . . . | 0,18 | Proc. |
| Kali (an Milchsäure gebunden) . . . . . . . . . | 0,094 | — |
| Natron (an Milchsäure gebunden) . . . . . . . . | 0,024 | — |
| Milchsäure . . . . . . . . . . . . . . . . . | | |
| Natron (wahrscheinlich mit Speichelschleim verbunden) | 0,164 | — |
| phosphorsauren Kalk . . . . . . . . . . . . | 0,017 | — |
| Kieselerde . . . . . . . . . . . . . . . . . | 0,015 | — |

Die näheren organischen Bestandtheile des Speichels verhielten sich in Mitscherlich's Analyse ähnlich wie in der von Berzelius. Ein von Mitscherlich gefundener, in Wasser und absolutem Alcohol löslicher, gelbröthlicher Stoff giebt mit Säuren, Kali, Ammonium und Sublimat keinen, mit essigsaurem Bleioxyd und Eisenchlorid, salpetersaurem Silberoxyd einen Niederschlag.

Die Existenz der Materie, welche Tiedemann und Gmelin als Schwefelcyan erweisen, hat zuerst Treviranus im Speichel ermittelt. *Biolog.* 4. 565. Er hatte nämlich gefunden, dass Speichel, mit einer neutralen Auflösung eines Eisenoxydsalzes vermischt, tief dunkelroth werde. Tiedemann und Gmelin bestätigten diese Färbung, wobei ich jedoch bemerken muss, dass in meinen Versuchen der Speichel nur rostfarbenroth, nicht purpurfarben wurde, ich mochte nun verschiedene Eisenoxydsalze anwenden. Vergl. oben p. 120. Kuehn bezweifelt die Gegenwart von Schwefelcyan im Speichel, weil er sowohl nach Ure's als nach Gmelin's Verfahren keine Schwefelsäure entstehen sah. Wenn Speicheldestillat Eisenoxydsalz röthet, so kann es in Folge von essigsauren Salzen geschehen seyn, — eine Farbenveränderung, die wirklich essigsaure Salze mit salzsaurem Eisenoxyd bewirken. Schweigger's *J.* 59. 378. *Vergl.* Schultz *a. a. O.* Kastner bemerkt, dass die durch Essigsäure erzeugte Färbung doch nie vollkommen blutroth ist. Hier muss ich jedoch erinnern, dass auch die des Speichels nicht blutroth ist. Ure (*Journ. of Sc. litt. a. A. — N. S.* 7. 60.) hält das Schwefelcyan im Speichel durch seine Versuche für ganz ausser Zweifel gesetzt (?).

Von den animalischen Stoffen des Speichels, Speichelstoff, Schleim, Osmazom, fanden Tiedemann und Gmelin ersten beim Schaf, letztes beim Hund fast gänzlich fehlend.

Der an den Zähnen sich ansetzende Weinstein des Menschen besteht nach einer von Berzelius angestellten Analyse aus

| | |
|---|---|
| Speichelstoff . . . . . . . . . . | 1,0 |
| Speichelschleim . . . . . . . . . | 12,5 |
| phosphorsauren Erdsalzen . . . . . | 79,0 |
| von Salzsäure aufgelöstem Thierstoff | 7,5 |
| | 100,0 |

Bei den Insecten ist der Speichel nicht genau untersucht, er scheint nach Rengger (*physiol. Untersuchungen über die thierische Haushaltung der Insecten. Tüb.* 1817.) alkalisch.

*b. Succus gastricus, Magensaft.* Die Angaben der früheren Naturforscher, welche sich mit Untersuchung des Magensafts beschäftigten, widersprechen sich durchaus. Spallanzani, der zu erweisen suchte, dass der Magensaft ein Auflösungsmittel für die Speisen in und ausser dem Magen sey, behauptete, dass er vollkommen neutral sey, und Montegre (*sur la digestion. Paris* 1804.) fand ihn zwar meist sauer, läugnete aber die Auflösungskraft des Magensaftes. Helm (*zwei Krankengeschichten. Wien* 1803. 8.) fand bei einer Person mit einer Oeffnung im Magen keine saure Beschaffenheit des Magensaftes. Dagegen haben Viridet, Carminati, Brugnatelli, Werner die saure Beschaffenheit desselben beobachtet. Die Verschiedenheit der Angaben wurde indess bereits durch Carminati's Erfahrungen (*über die Natur des Magensaftes. Wien* 1785. 8.) einigermassen aufgeklärt, der nämlich den Magensaft bei fastenden, fleischfressenden Thieren niemals sauer, aber diese Reaction deutlich fand, sobald sie Fleisch gegessen hatten. Derselbe fand auch den Magensaft pflanzenfressender Thiere sauer, dagegen keine vorstechende Säure im Magensaft des Menschen und der Thiere von gemischter Nahrung. Tiedemann und Gmelin haben diese Frage endlich entschieden. Sie fanden die im Magen nüchterner Pferde und Hunde vorkommende Flüssigkeit fast ganz neutral oder nur kaum sauer, dagegen eine entschieden saure Reaction, sobald den Thieren nur mechanische Reize, wie Steine oder Pfeffer, beigebracht worden. Diess haben auch Leuret und Lassaigne beobachtet. In diesen Fällen war nur der Magensaft sauer, die Eigenschaft rührte nicht von den Absonderungen in der Speiseröhre her, denn letztere reagirte in diesen Fällen nicht sauer. Für diese Säure spricht übrigens die allgemeine Erfahrung, dass die Milch im Magen, auch der jungen Thiere und im 4ten oder Laabmagen der Wiederkäuer gerinnt.

Es ist interessant, den Grad der Acidität des Chymus zu kennen. Schultz hat hierüber Beobachtungen angestellt. Zieht man das Mittel aus diesen Beobachtungen, so erfordert 1 Theil Chymus etwas mehr als 1 Proc. Kali carbonicum zur Saturation.

Die Quelle der Absonderung des Succus gastricus scheint die innere Fläche des Magens selbst zu seyn, wenigstens bei den Thieren, wo keine besonderen Drüsen zu dieser Absonderung vorhanden sind. Tiedemann und Gmelin haben die das Gerinnen der Milch bewirkende Eigenschaft des Magens nicht bloss in der Portio pylorica, sondern auch in der Portio cardiaca wahrgenommen. Bei mehrern Säugethieren kommen übrigens besondere Drüsen im Magen vor, wie die grosse Drüse des Bibers, deren Saft wahrscheinlich zur Auflösung der Rinden bestimmt ist, eine ähnliche Drüse in der Portio cardiaca des Magens bei Myoxus, und es gehört hierher ebenfalls der Proventriculus der Vögel, zwischen dessen innerer Haut und Muskelhaut sich eine ganze Schicht blinddarmförmiger Drüsen mit

gesonderten Mündungen befindet. Diese Drüsen sind immer einfache, aggregirte selten Haufen zusammengesetzter Blinddärmchen. Siehe darüber Home *lectures on comparative anatomy. T. II.* und J. Mueller *de penit. gland. struct.* Die erste genauere chemische Untersuchung des Magensaftes ist von Prout *philos. Transact.* 1824. *p.* 1. Er zeigte, dass sich im Magensaft des Kaninchens, Hasen, Pferdes, Kalbes, Hundes freie Chlorwasserstoffsäure (Salzsäure) befindet, auch hat er wie Children (*Ann. of philos. Jul.* 1824.) Salzsäure in der von Dyspeptischen erbrochenen Flüssigkeit gefunden. Auch Prevost und Le Royer (Froriep's *Not.* 9. 194.) bestätigten die Salzsäure im Magensaft. Leuret und Lassaigne haben diese geläugnet, allein Prout hat ihre Einwürfe widerlegt. *Annals of philos. N. S. Dec.* 1826. 405. Tiedemann und Gmelin fanden dagegen 3 Säuren im Magensaft: 1) Salzsäure, im Magensaft der Hunde und Pferde. 2) Essigsäure, im Magensaft derselben. Milchsäure, die der Essigsäure ganz nahe verwandt ist, haben auch Chevreul in dem Erbrochenen eines Nüchternen, und Graves in dem Erbrochenen eines Dyspeptischen gefunden. Tiedemann und Gmelin *l. c. p.* 152. — 3) Buttersäure. Diese Säure fanden die deutschen Naturforscher zweimal im Magen des Pferdes. Schultz hat den Chymus mit Wasser destillirt, und gefunden, dass die Säure bei vielen Thieren zum Theil oder ganz flüchtig ist. Eine flüchtige Säure fand sich vor bei einem Pferde, das mit Hafer, bei einem Schweine, das mit Erbsen, bei einem Kalb und bei Schafen, die mit Gras gefüttert worden; dagegen war die Säure nicht flüchtig bei allen fleischfressenden Thieren, bei säugenden Schafen, bei mit Heu gefütterten Pferden und bei Kaninchen, die mit Brot, Gras und Kartoffeln gefüttert waren. Bei Schafen, welche Hafer oder frisches Gras bekommen hatten, war die Säure im ersten Magen flüchtig, im vierten Magen aber nicht flüchtig. Die Säure schien nach seinen Versuchen freie Essigsäure zu seyn, dagegen die Salzsäure nach Schultz im Chymus nicht frei, sondern mit Kali verbunden vorkommen soll.

Die im nüchternen Zustande bei den wiederkäuenden Thieren in den beiden ersten Magen sich sammelnde Flüssigkeit enthält viel kohlensaures Alkali, nach Prevost und Le Royer (Froriep's *Not.* 9. *p.* 194.); Tiedemann und Gmelin haben diess bestätigt. Nur der 3. und noch mehr der 4. Magen enthält sauren Magensaft.

Noch niemals ist der Magensaft des Menschen in so grosser Quantität, so rein und so häufig untersucht worden, als von Beaumont, welcher bei einem Manne mit Magenfistel während mehrerer Jahre eine grosse Reihe von Versuchen über den Magensaft anstellte. Er hat es bestätigt, dass der Magen in leerem Zustande keinen Magensaft enthält, und dass die den Magen benetzende Feuchtigkeit in diesem Zustande nicht sauer reagirt; sobald aber Speisen in den Magen gelangen, tritt diese Absonderung ein und der Magen reagirt sauer. Schultz, welcher die Existenz des Magensaftes gänzlich läugnet und die saure Reaction des Chymus von der Zersetzung der Speisen selbst ableitet, musste einen Einwurf gegen seine Ansicht in dem Factum finden, dass, wie Tie-

demann und Gmelin beobachtet haben, die Absonderung des Magensaftes bei nüchternen Thieren durch mechanische Reize, wie verschlungene Steine hervorgerufen werden kann, und erklärt den hierauf vorgefundenen sauren Magensaft für Reste des sauren Chymus. Nach den so zahlreichen Versuehen von Beaumont lässt sich indess nicht an der Existenz des Magensaftes zweifeln; er hat die Absonderung des Magensaftes durch künstlich eingebrachte, mechanisch wirkende Mittel, wie eine Kautschuckröhre oder die Kugel des Thermometers, mit welcher er den Magen reizte, erst dann hervorgebracht, nachdem er sich vorher überzeugt hatte, dass nichts in dem Magen war, und dass die Magenwände nicht sauer reagirten. Nach jener mechanischen Reizung entstand nun in allen, so oft wiederholten Versuchen eine ziemlich beträchtliche saure Absonderung, so dass er bei jenem Subjecte oft gegen 1 Unze Magensaft sammeln konnte. In diesem reinen Zustande ist der Magensaft früher noch niemals untersucht worden. Beaumont beschreibt den Magensaft folgendermassen: Der Magensaft ist ein klares Fluidum ohne Geruch, von etwas salzigem und sehr merklich saurem Geschmack; er schmeckt wie eine dünne Auflösung von Mucilago, welche von Salzsäure leicht gesäuert ist; er ist in Wasser, Wein, Weingeist auflöslich, mit Alkalien effervescirt er leicht, er schlägt das Eiweiss nieder, fault sehr schwer und hindert die Fäulniss in thierisehen Stoffen. Speichel soll dem Magensaft eine blaue Färbung und ein schäumiges Ansehn mittheilen; gegen Nahrungsstoffe verhält er sich auch ausser dem thierisehen Körper als ein Lösungsmittel, wie die vielen von Beaumont angestellten Versuche beweisen. Dieser Autor hat den Magensaft von Dunglison untersuchen lassen. Er enthielt freie Salzsäure und Essigsäure, phosphorsaure und salzsaure Salze aus den Basen von Kali, Natron, Magnesia und Kalk, und eine thierische Materie, welche in kaltem Wasser löslich, in heissem aber unlöslich ist. Beaumont hat auch den Magensaft von Silliman untersuchen lassen; diese Untersuchung hat aber keinen Werth, da der Magensaft mehrere Monate bis zur Analyse aufbewahrt wurde. Er verhielt sich auch jetzt noch sauer, nachdem sich bereits ein Häutchen auf ihm gebildet hatte; er enthielt Salzsäure, eine Spur von Schwefelsäure und wie Silliman vermuthet, auch etwas Phosphorsäure.

Beaumont bemerkt ausdrücklich, dass der Magensaft von kleinen hellen Punkten oder sehr feinen Papillen abgesondert zu werden scheine.

Die Flüssigkeit des Kropfs der Vögel reagirt nach Tiedemann und Gmelin gemeiniglich sauer. Die Flüssigkeit des Drüsenmagens enthielt auch im nüchternen Zustande eine freie Säure. Die Milch gerinnt durch den Magensaft der Vögel. Die Säure des Magensaftes rührt von Salzsäure und wahrscheinlich auch von Essigsäure her. Treviranus (*Biol. IV. p.* 362.) hat die Frage angeregt, ob der Magensaft der Vögel Flusssäure enthalte, da nach Brugnatelli (Crell *Annalen* 1787. *I. p.* 230.) Bergkrystall und Achat in Röhren eingeschlossen nach 10tägigem Verweilen im Magen der Hühner und Truthühner deutlich angegriffen waren,

und 12 bis 14 Gran an Gewicht verloren hatten und TREVIRANUS selbst Aehnliches an einer Porzellanschale, worin Chymus der Hühner digerirt wurde, bemerkt hatte. TIEDEMANN und GMELIN konnten diess nicht sicher entscheiden. Sie digerirten den Magensaft von Enten in einem Platintiegel, der mit einer mit Wachs überzogenen radirten Glasplatte bedeckt war, fanden aber nach 24 Stunden keine Spur von Aetzung am Glase. TIEDEMANN und GMELIN schliessen hieraus nicht, dass der Magensaft der Vögel keine Flusssäure enthalte, da Fluorcalcium wenigstens in verschiedenen thierischen Theilen, wie im Harn und in den Knochen, bereits gefunden ist, *l. c. T.* 2. *p.* 139. Der Magensaft der Amphibien reagirt meist sauer, auch der Magen der Fische enthält besonders im gefüllten Zustande auch eine freie Säure. Es war aus anderen Gründen wahrscheinlich, dass auch hier Salzsäure und Essigsäure die Lösungsmittel seyen. LEURET und LASSAIGNE (*recherches physiol. pour servir à l'histoire de la digestion. Paris* 1825.) halten die freie Säure des Magensaftes in allen 4 Classen für Milchsäure. Auch bei den niedersten Thieren muss der Magensaft wohl auflösend seyn. So ziehen die Medusen und Actinien leicht auflösbare Thiere mit harter Schale aus.

Da es ausgemacht ist, dass der Magensaft auch ausser dem thierischen Körper auflösend auf thierische Theile wirkt; so finde ich es nicht wunderbar, wenn der Magen nach dem Tode zuweilen davon angegriffen wird und schneller als andere Theile sich erweicht, wie man diess besonders bei Kaninchen und kleinen Kindern findet; ich habe es bei ersteren gesehen und ich weiss, dass es nicht von der Todesart abhing. Vergl. über die widersprechenden Erklärungen RUDOLPHI's *Physiol. II.* 2. 119., wo das Factum ungenügend von der Fäulniss abgeleitet wird. Es ist freilich eine Zersetzung, die aber ihre localen materiellen Ursachen haben muss, und wahrscheinlich in den chemischen Eigenschaften des Magensaftes hat.

*c. Die Galle.* Die Absonderung der Galle ist eine in der Thierwelt so weit verbreitete, und in ihrer Bedeutung für den Verdauungsprocess doch so wichtige Secretion, dass es von dem grössten Interesse ist, zu wissen, ob sie überhaupt jemals auch bei den niedersten Thieren entbehrlich werden kann. Was man bei den Würmern als erste Anfänge der Gallenorgane ansehen könnte und angesehen hat, sind die blinden Erweiterungen oder blinddarmförmigen Anhänge des Darmkanals, welche bei dem medicinischen Blutegel in ihrem einfachsten Zustand noch blosse Seitenerweiterungen, bei den Aphroditen lange dünne Blinddärmchen, bei verschiedenen Würmern aber schon verzweigt sind, und endlich bei den Planarien und Distomen schon einen vollständig verzweigten Darmkanal (ohne After) darstellen. Die blinden Anhänge am Magen der Seesterne, welche auch keinen After besitzen, könnten auch als analoge Absonderungsorgane angesehen werden, allein es lässt sich nicht ermitteln, ob und was alle diese Organe absondern. Bei den Insecten münden bald tiefer bald höher in dem Darmkanal, immer hinter dem weiten Theil des Darms, den man für den Magen hält, die so-

genannten Gallengefässe, Vasa Malpighiana ein, lange, meist paarige, gewundene Röhren mit blindem Ende. Diese Gefässe enthalten indess keine Galle, sondern nach Wurzer (Meckel's *Archiv* 4. 213. vergl. 2. 629.) harnsaures Ammonium, nach Chevreul (Straus-Duerckheim *considerations générales sur l'anatomie des anim. articul. Paris* 1828. 4. 251.) Harnsäure. Diese Gefässe secerniren überdiess während der Entwickelung der Puppe, wo nichts verdaut wird, sehr stark. Sie sind also offenbar Ausscheidungsorgane, Vasa urinaria. Sie münden erst hinter dem Theil des Darms ein, worin der Chylus gebildet wird, und bei den Larven oft kurz vor dem After. Dagegen giebt es bei mehreren Insecten höher in den Darm einmündende Blinddärmchen oder sogar ähnliche Vasa Malpighiana superiora. Ich bin geneigt, mit Meckel (*Arch.* 1826.) letztere für die gallabsondernden Organe zu halten. Mit solchen Blinddärmchen ist der bei den fleischfressenden Käfern auf den Muskelmagen folgende häutige Magen besetzt, und ähnliche Schläuche kommen bei mehreren anderen Insecten vor. Bei vielen Orthopteren, Mantis, Gryllus, Blatta giebt es ähnliche Blinddärmchen hinter dem auch hier vorkommenden Muskelmagen, und bei Locusta, Acheta, Gryllotalpa münden die Vasa Malpighiana superiora in besondere schlauchartige Anhänge des Darms hinter dem Muskelmagen ein. Was man bei den Insecten Magen nennt, jener weitere mittlere Theil des Darms, bald allein, bald hinter einem Muskelmagen, ist etwas ganz anderes als der Magen der höheren Thiere; die Speisen werden hier aufgelöst und dringen von hier aus in den Fettkörper, der alle Organe verhüllt; dieser Theil des Darms ist die Pars chylopoëtica, während die Excrementbildung von der Einmündungsstelle der Vasa Malpighiana oder urinaria anfängt. Diese Darlegung wird noch sicherer, wenn wir bei den Spinnen, namentlich beim Scorpion am obern Theil des Darms wahre gallenabsondernde Gefässe, am untern Theil Vasa Malpighina antreffen. Siehe meine Schrift *de penit. gland. struct. Tab.* 8. *Fig.* 8.

Die Leber hat bei den Wirbelthieren zweierlei zuführende Gefässe, Arterien, eine zuführende Vene (Pfortader), und einerlei rückführende Gefässe, die rückführenden Venen oder Venae hepaticae. Bei dem Menschen und den Säugethieren setzen die Venen des Magens, Darms, Mesenteriums, der Gallenblase, des Pancreas die in der Leber nach Art einer Arterie sich verzweigende Pfortader zusammen, und aus den Capillargefässen der Leber, zu welchen auch die Leberarterien führen, kehrt das Blut durch die Lebervenen zurück in die Vena cava inferior. Bei den Vögeln und Amphibien geht zur Pfortader auch ein Theil des Blutes der untern Extremität, des Schwanzes, des Beckens. Jacobson, Meck. *Arch.* 1817. 147. Nicolai *Isis* 1826. 404. Die Pfortader erhält zuweilen bei Fischen auch die Venen der Genitalien und der Schwimmblase, vergl. oben p. 426. Dass sich das Blut der Pfortader und der Leberarterie in den Capillargefässen der Leber vermischt, und von dort gemeinschaftlich in die Lebervenen übergeht, nicht aber 2 Capillargefässsysteme zwischen Pfortader und Lebervenen, dann zwischen Arterien und Le-

bervenen existiren, scheint der überaus leichte Uebergang der injicirten Flüssigkeiten aus einer Ordnung dieser Gefässe in die andere zu beweisen, worüber häufige Erfahrungen von Haller (*Elem. physiol. lib.* 23.), F. A. Walter (*annotat. acad. Berol.* 1786.), Rudolphi (*Physiol. II.* 2. *p.* 146.) und mir (*de gland. struct. lib.* 9.) vorhanden sind. Bei den Fröschen lassen sich die netzförmigen Verbindungen der feinsten Blutgefässe ohne alle Anstrengung, und fast durch einen geringen Hauch durch die Pfortader aufblasen; hierbei dringt die Luft sehr leicht durch die Lebervenen in die untere Hohlvene, und zwar ehe Zerreissung der Leber erfolgt. Was die Richtung der feinsten Zweige der Pfortader und Leberarterie auf der Oberfläche der Leber betrifft, so verbreiten sich nach meinen Beobachtungen die Zweige der Pfortader vorzüglich zwischen den Acinis, nämlich aus der Tiefe gegen die Oberfläche kommend. Die Zweigelchen der Leberarterie verbreiten sich dagegen theils auf den Wänden der anderen Gefässe, theils in dem serösen Ueberzug der Leber, und werden nicht so schnell dünner, so dass man oft nicht unterscheidet, was Stämmchen und Zweige sind. Offenbar ist die Verbindung des serösen Ueberzugs der Leber mit der gesammten Ausbreitung des Peritonaeums durch gleiche nämlich arterielle, Gefässe vorgesehen. Daher verbreitete Entzündungen der serösen Haut des Unterleibs sich auch über die Oberfläche der Leber fortsetzen können, ohne dass Entzündung der Lebersubstanz statt findet.

Nach Kiernan's Untersuchungen verzweigt sich die Leberarterie vorzugsweise auf den Wänden der Gallengänge, Gallenblase und der andern Blutgefässe. Kiernan streitet gegen die Annahme, dass in dasselbe Capillargefässnetz, aus welchem die Anfänge der Lebervenen entstehen, sowohl das arterielle Blut als das venöse Blut der Pfortader ergossen werde. Nach Kiernan geht das Blut der Arterie, nachdem es die Wände der Gefässe ernährt hat, aus den Netzen der Arterien in Zweige der Pfortader über, und von dort aus mit dem übrigen Pfortaderblut in die Lebervenen. Die Acini der Leber dagegen erhalten vorzugsweise venöses Blut, welches zwischen den feinsten Gallengefässen durch Capillargefässnetze in die Lebervenen übergeführt wird. Siehe die Gegengründe oben p. 430. Nach Kiernan würde die Absonderung der Galle mehr aus venösem Blute geschehen. In den Gallengängen kommen auch kleine Schleimfolliculi vor, welche Kiernan nachgewiesen hat; derselbe lässt diese Absonderung des Schleims hier wie in der Gallenblase von arteriellem Blute geschehen.

Dass die Gallenabsonderung indess auch aus arteriellem Blute geschehen kann, beweisen Fälle, in welchen die Pfortader, statt sich in der Leber zu verbreiten, vielmehr in die untere Hohlader überging. Dieses sah Abernethy (*Philos. Transact.* 1793.) bei einem 10 monatlichen Knaben, und Lawrence (*Medico-chirurg. Transact.* 5. 174.) theilte einen Fall von einem mehrjährigen Kinde mit. Da indess in dem Falle von Abernethy die Vena umbilicalis noch durchgängig war und sich in der Leber verzweigte, so kann, wie Kiernan bemerkt, das Arterienblut, nachdem es durch die Vasa vasorum die Leber ernährt, venös geworden,

in die Zweige der Umbilicalvene getreten seyn, so wie es nach Kiernan's Vorstellung venös geworden sonst in die Aeste der Pfortader übergeht; in diesem Fall könnte also die Absonderung doch aus venösem Blute statt gefunden haben. Kiernan *Philos. Transact.* 1833. *P. II.*

Simon (*Nouv. bull. des sc. par la soc. philomat.* 1825.) und Phillips (*Lond. med. gaz.* 1833. *Jun.*) schlossen aus Versuchen, dass die Galle vom Pfortaderblute abgesondert werde. Da indess in Phillips Versuchen auch nach Unterbindung der Pfortader die Absonderung der Galle fortfahren soll, wiewohl in geringerer Menge, so schliesst er, dass die Galle sowohl aus dem arteriellen als venösen Blute abgesondert werde. Nach Unterbindung der Arteria hepatica fand er keine Veränderung der Gallenabsonderung.

Die Gallenblase der Wirbelthiere zeigt sich in der Entwickelungsgeschichte als Divertikel oder Auswuchs des Ausführungsganges der Leber. Siehe meine Schrift *de penit. gland. struct.* Beim Menschen und bei mehreren Säugethieren kann die aus dem Lebergang dem Ductus choledochus zufliessende Galle, durch Verschliessung der Darmmündung des letztern, oder verlängerte Contraction des Ganges in den Ductus cysticus und die Gallenblase ausweichen, wie denn diess im nüchternen Zustand vorzüglich geschieht. Bei den Thieren erhält die Gallenblase aber häufig am Halse oder Grunde besondere Lebergänge, Ductus hepatico-cystici, die beim Menschen nicht vorhanden sind. Bei den Vögeln mündet der Lebergang, vom Ductus cysticus getrennt, in das Duodenum. Die Gallenblase erhält ihre Galle durch besondere Lebergänge am Halse oder Grunde. Bei den Reptilien gelangt die Galle durch Aeste des Leberganges in die Gallenblase. Bei den Fischen verbinden sich alle Leberäste mit der Gallenblase oder dem Ausführungsgang derselben. Cuvièr, *vergl. Anat.* 3. *p.* 597. Wahre Ductus hepatico-cystici kennt Rudolphi *Physiol.* (*II.* 2. 153.) unter den Haussäugethieren nur vom Rinde (8—10.). Mehrere Thiere haben gar keine Gallenblase. Hierher gehören unter den Säugethieren die Einhufer, ferner die Hirsche und Kameele, Elephant, Nashorn, Daman, Pekari, Hystrix dorsata, Hamster, viele Mäusearten, die Tardigraden, Rytina, der Braunfisch und Tümmler unter den Cetaceen. Unter den Vögeln fehlt sie beim Papagay, Kukuk, Strauss, Taube, Holztaube, und Haselhuhn. Unter den Fischen fehlt sie bei der Lamprete und dem Querder (nicht den Myxinoideen), dem Nilbarsch, dem gestreiften Plattfisch, der Meerleier, dem Lump und einigen Seiänen. Siehe Cuvier *l. c. p.* 591. Also zeigt sich in dem Mangel derselben nichts Gesetzmässiges, obgleich diejenigen Thiere, denen sie fehlt, meist Pflanzenfresser sind und mehrentheils beständig verdauen. Allein sehr viele Pflanzenfresser besitzen eine Gallenblase. Wo sie fehlt, ist häufig der Ausführungsgang der Leber sehr erweitert, wie beim Pferde.

Die Galle ist grün, bitter schmeckend und ekelhaft riechend,

die Lebergalle heller, die Gallenblasengalle wegen Resorption flüssiger Theile consistenter und grüner, von aufgelöstem Schleim fadenziehend. Sie enthält sparsam weissliche oder graue Kügelchen; beim Frosch sind sie nach meiner Beobachtung von ungleicher Form und Grösse, und im Durchschnitt 5mal kleiner als die Blutkörperchen des Frosches, andere noch kleiner. Was die Galle grün macht, ist aufgelöst. Im frischen Zustand ist die Galle nach Schultz immer alkalisch. Die Galle gerinnt nicht beim Kochen und löst Oele nicht auf. Nach Werner soll die Galle die Gerinnung des Blutes verhindern, und die Auflösung des Blutroths im Blutwasser ausser den thierischen Körpern bedingen. Das letztere ist unrichtig.

Berzelius *Analyse der Ochsengalle von* 1807. Wird Ochsengalle bis zur Consistenz von Extract abgedampft und dann mit Alcohol vermischt, so bleibt eine gelbgraue Substanz der Galle ungelöst; sie ist, da sie auch von Essigsäure aus der Galle niedergeschlagen wird, nicht Eiweiss, sie ist vielmehr der Schleim der Gallenblase. Diese durch Säure aus der Galle niedergeschlagene Materie, und der von der Gallenblase abgeschabte Schleim mit Säure behandelt, verhalten sich ganz gleich.

Die Auflösung von eingetrockneter Galle in Alcohol enthält die wesentlichen Bestandtheile der Galle. Destillirt man den Alcohol ab, löst den Rückstand mit wenig Wasser und vermischt ihn mit etwas verdünnter Schwefelsäure, so hat man in dem grüngrauen Niederschlag eine Verbindung mit dem characteristischen bittern Stoff der Galle. Denselben Stoff erhält man in gleicher Verbindung, wenn man von Gallenschleim befreite Galle mit weniger verdünnter Säure versetzt. Die Flüssigkeit, woraus der bittere Stoff niedergeschlagen wird, enthält Osmazom, Kochsalz, milchsaures Natron gleich dem Blutwasser.

Die von Schwefelsäure mit dem bittern Stoff der Galle erhaltene Verbindung ist in Alcohol wie ein Harz auflöslich, wird daraus durch Wasser niedergeschlagen, und zeigt die Charactere eines Harzes. Man erhält den bittern Stoff aus dieser Verbindung, indem die Auflösung dieser Materie in Alcohol mit kohlensaurem Baryt digerirt wird, die Schwefelsäure wird dann abgeschieden und der bittre Stoff bleibt aufgelöst. Berzelius hat diesen Stoff Gallenstoff genannt. Gmelin hält ihn für ein Gemenge von mehreren Stoffen. Der abgeschiedene Gallenstoff enthält eine gewisse Menge Fett, welches sich durch Aether daraus ausziehen lässt. Chevreul und Gmelin haben dieses Fett aus der concentrirten Galle selbst durch Aether ausgezogen. Es besteht theils aus verseiftem Fett (fetten Säuren), theils aus einem eigenen, nicht mit Alkali verbindbaren Gallenfett. Der reine Gallenstoff wird von Wasser aufgelöst, und die Auflösung besitzt Farbe und Geschmack der Galle. Der Gallenstoff ist gelbbraun grünlich, doch scheint die Farbe von einem Färbestoff herzurühren, denn der Gallenstoff lässt sich fast farblos darstellen. Beim Erhitzen schmilzt der Gallenstoff unter Aufblähen, verkohlt, raucht, entzündet sich und verbrennt mit russender leuchtender Flamme, und hinterlässt eine schwer verbrennliche aufgeschwollene Kohle.

Der Gallenstoff ist in Wasser und Alcohol in allen Verhältnissen löslich, aber unlöslich in Aether. Der Gallenstoff wird auch von Alkali aufgelöst. Berzelius glaubt, dass das in der Galle enthaltene kohlensaure Natron mit dem Gallenstoff chemisch verbunden ist. Von Galläpfelinfusion wird der Gallenstoff aus Wasser nicht gefällt, wohl aber von Metallsalzen. Nach der Analyse von Berzelius enthält die Ochsengalle:

| | |
|---|---|
| Wasser | 90,44 |
| Gallenstoff mit Fett | 8,00 |
| Gallenblasenschleim | 0,30 |
| Osmazom, Kochsalz und milchsaures Natron | 0,74 |
| Natron | 0,41 |
| Phosphorsaures Natron, phosphorsaure Kalkerde und Spuren von einer in Alcohol unlöslichen Substanz | 0,11 |
| | 100,00 |

Prout's Analyse stimmt im Wesentlichen mit der von Berzelius, dagegen erhielt Thenard (1806) bei einer andern Methode andere Resultate (*mém. de la soc. d'arc.* 1. 23.). Er analysirte die Galle mit essigsaurem Bleioxyd. Nachdem er nämlich eine von ihm für Eiweiss gehaltene Materie der Galle mit Salpetersäure gefällt hatte, vermischte er die filtrirte und verdünnte Flüssigkeit mit einer Auflösung von basischem essigsaurem Bleioxyd. Dasjenige, was beim Zusatz von Salpetersäure zum Niederschlag ungelöst bleibt, nannte er Gallenharz. In dem noch flüssigen Theil der mit Bleisalz versetzten Galle fällte er durch neuen Zusatz von Bleisalz eine andere Substanz, welche nach Abscheidung des Bleisalzes ganz in Wasser löslich ist, nämlich eine extractartige, süssliche, bittere Masse, die er Picromel nannte.

Thenard's Gallenharz ist grün und bitter, beim Schmelzen wird es gelb. Es ist in geringer Menge in Wasser löslich, und wird daraus durch Schwefelsäure gefällt. Seine Auflösung in Alcohol wird durch Wasser niedergeschlagen. In Alkali ist es löslich und wird daraus durch Säure gefällt. Picromel ist zähe, hellgelb, im Aeussern wie Terpenthin. Es ist in Wasser und Alcohol löslich, aber nicht in Aether. Es wird von basischem essigsaurem Bleioxyd, von Eisenoxydsalzen und salpetersaurem Quecksilberoxydul gefällt. Gallenharz ist in Picromel auflöslich und es wird hierdurch wieder Galle gebildet. Berzel. *Thierch.* 183. 1000 Theile Ochsengalle enthalten:

| | |
|---|---|
| Wasser | 875,6 |
| Gallenharz | 30,0 |
| Picromel | 75,4 |
| gelben Färbestoff der Galle | 5,0 |
| Natron | 5,0 |
| phosphorsaures Natron | 2,5 |
| Kochsalz | 4,0 |
| schwefelsaures Natron | 1,0 |
| schwefelsauren Kalk | 1,5 |
| Spur von Eisenoxyd | |
| | 1000,0 |

Berzelius machte es wahrscheinlich, dass statt dieser beiden

Stoffe Gallenharz und Picromel nur der einzige Gallenstoff anzunehmen sey, welcher wegen seiner Eigenschaft, durch Verbindung mit Mineralsäure ein Harz zu bilden, zur Annahme des Gallenharzes veranlasst habe. Gmelin hat dagegen Thenard's Ansicht bestätigt, dass in der Galle wirklich Picromel nebst einem Harz enthalten ist, oder einer Materie, die durch geringe äussere Einflüsse in Gallenharz verwandelt wird. Gmelin führt in seiner Chemie das Gallenharz unter den stickstofffreien, das Picromel unter den stickstoffhaltigen Körpern auf. Das Picromel ist seitdem von Chevreul, Chevallier und Lassaigne auch in der menschlichen Galle gefunden worden, wie denn Orfila, Laugier und Caventou dasselbe auch in menschlichen Gallensteinen entdeckt haben. Nach Thenard wird der Gallenstoff dem Albumen um so ähnlicher, je mehr durch einen krankhaften Process die Leber sich in Fett zu verwandeln scheint. Huenefeld *physiol. Chem.* 2. 108.

Die Resultate von Gmelin's Analyse der Ochsengalle geben:

1. moschusartig riechender Stoff; wird durch Destillation der Galle erhalten, wobei er als riechendes Wasser übergeht.

2. Gallenfett Cholestrin. Bestandtheil der Gallensteine, von Chevreul in der frischen Galle nachgewiesen, auch in anderen Theilen, im Blut nach Boudet, sonst meist krankhaft vorkommend, wie in dem Wasser der localen Wassersuchten, Hydrocele, im Markschwamm. Man gewinnt das Gallenfett der Galle, indem man die abgedampfte Galle mit Aether schüttelt, welcher es auszieht. Nach dem Abdestilliren eines Theils des Aethers krystallisirt es beim Erkalten aus dem Rückstand, verunreinigt mit Oelsäure, von der es sich durch Auflösen in kochendem Alcohol reinigen lässt, aus dem es beim Erkalten anschiesst. Gallenfett krystallisirt in weissen perlmutterglänzenden Blättern, ist ohne Geruch und Geschmack und schwimmt auf Wasser. Von kaustischem Kali lässt sich das Gallenfett nicht auflösen oder verseifen, worin einer seiner Hauptcharactere besteht. Hierin stimmt es mit Hirnfett überein, enthält aber keinen Phosphor; es ist das kohlenstoffhaltigste aller Fettarten. Berzelius *Thierchemie.* 185.

3. Oelsäure, ein blassgelbes, halb durchsichtiges Oel, Laemuspapier röthend.

4. Talgsäure, krystallisirt in farblosen perlmutterglänzenden Blättchen. Die Auflösung in Weingeist röthet das Laemuspapier.

5. Cholsäure, eine neue Substanz, krystallisirt in feinen Nadeln, von scharfsüssem Geschmack, enthält Stickstoff, und ist in kochendheissem Wasser etwas löslich; die Lösung röthet Laemuspapier; im Alcohol ist sie leicht löslich. Von Schwefelsäure wird sie aufgelöst und daraus wieder vom Wasser gefällt. Die von Cholsäure gebildeten Salze sind löslich und zuckersüss, die Säure ist stärker als Harnsäure und zersetzt auch in der Kälte die kohlensauren Alcalien. Berzelius *Thierchemie.* 190.

6. Gallenharz, in der Kälte spröde, bei mässiger Wärme weich, von brauner Farbe, hell durchscheinend, auflöslich im Alcohol und daraus durch Wasser fällbar. Es brennt, über 100 Grad erhitzt, mit russender Flamme und aromatischem Geruch, und hinterlässt eine schwammige, leicht verbrenn-

liche Kohle. In concentrirter Schwefelsäure löst es sich langsam auf, Wasser schlägt es daraus in Flocken nieder. Es wird weder von Salzsäure noch Essigsäure aufgelöst. Es verbindet sich leicht mit kaustischem Kali, diese Verbindung löst sich in reinem Wasser auf; es wird leicht von kaustischem und kohlensaurem Ammoniak, nicht von kohlensaurem Kali aufgelöst; alcoholfreier Aether löst fast nichts auf. Gmelin a. a. O. I. 57.

7. Taurin, ein neuer Stoff, in grossen, farblosen, durchsichtigen Krystallen, irregulären sechsseitigen Säulen mit 4- oder 6seitiger Zuspitzung. Die Krystalle knirschen zwischen den Zähnen und schmecken piquant; sie sind weder sauer noch alcalisch, verändern sich selbst bei +100° C. nicht in der Luft. Im offenen Feuer kommt das Taurin in dicken Fluss, wird braun, bläht sich auf, und hinterlässt eine leicht verbrennliche Kohle. Taurin ist löslich in Wasser, sehr wenig in kochendem Alcohol, fast gar nicht in wasserfreiem Alcohol; es enthält etwas Stickstoff. Gmelin l. c. 61.

8. Picromel. Thenard's Picromel ist dickflüssig und wie Terpenthin. Gmelin's Picromel ist undurchsichtig, besteht aus krystallinischen Krümchen und ist sehr reich an Stickstoff. Es ist in kaltem Wasser leicht löslich, ebenso in Alcohol, unauflöslich in Aether; in concentrirter Schwefelsäure ist es leicht löslich mit Wärmeentwickelung, beim Erkalten gesteht es zur Hälfte zu einer krystallinischen Masse. Mässig concentrirte Salzsäure löst Picromel auf. Picromel wird nicht von Galläpfeltinctur gefällt, und lässt sich nicht in Gährung versetzen. Thenard's Picromel soll eine Verbindung von Picromel mit Gallenharz seyn.

9. Färbestoff der Galle (stickstoffhaltig). Der Färbestoff der Galle zeigt ein characteristisches Verhalten gegen Salpetersäure, und wird vermittelst derselben auch erkannt, wenn er in der Gelbsucht etc. in das Blut und den Urin aufgenommen worden. Harn, wenn er Färbestoff der Galle enthält, wird, wenn man ihn mit einem gleichen Volum Salpetersäure vermischt, zuerst grünlich, dann dunkelgrün, darauf schmutzig roth und später braun. Berzelius *Thierchem. p.* 410.

10. Osmazom. 11. Eine Materie, die beim Erhitzen Harngeruch entwickelt. 12. Eine pflanzenleimartige Materie. 13. Eiweiss(?). 14. Gallenblasenschleim. 15. Käsestoff(?). 16. Speichelstoff(?). 17. Zweifach kohlensaures Natron. 18. Kohlensaures Ammonium. 19. Essigsaures Natron. 20—26. Oelsaures, talgsaures, cholsaures, schwefelsaures und phosphorsaures Kali und Natron, Kochsalz und phosphorsaurer Kalk.

Gmelin hat in der Galle des Menschen Gallenfett, Gallenharz, Picromel und Oelsäure gefunden; ausserdem haben Frommherz und Gugert (Schw. *Journ.* 50. 68.) in der Menschengalle noch Färbestoff, Speichelstoff, Käsestoff, Osmazom, ölsaures, cholsaures, talgsaures, kohlensaures, phosphorsaures und schwefelsaures Natron mit wenig Kali, und phosphorsauren, schwefelsauren und kohlensauren Kalk gefunden. Vergl. Berzelius *Thierchemie. p.* 206.

Berzelius begleitet die chemische Beschreibung der Galle mit der Bemerkung, dass die Zusammensetzung der Galle wohl einfacher sey, als die analytischen Resultate zu erkennen geben, und hält es für sehr wahrscheinlich, dass sie die eiweissartigen Bestandtheile des Blutes zwar wesentlich verändert, aber mit den im Blute vorkommenden Salzen unorganischen Ursprungs vermischt enthalte, und dass das von eiweissartigen Bestandtheilen Hervorgebrachte eine so grosse Neigung zu Veränderungen in der Zusammensetzung habe, dass es durch Einwirkung von ungleichen Reagentien, in verschiedene Verbindungen zersetzt werde, die verschieden ausfallen, nach den zu ihrer Scheidung eingeschlagenen ungleichen Methoden, gerade so wie Oele und Fette durch Einwirkung von Basen in Zucker und in fette Säuren umgewandelt werden.

Nach Berzelius Analyse der Schlangengalle enthält dieselbe einen eigenen Gallenstoff, der von Säuren und Alcalien nicht gefällt wird. Vom Gallenstoff der warmblütigen Thiere unterscheidet er sich dadurch, dass er vom essigsauren Blei nicht in Gallenharz und Gallenzucker (Picromel) zerlegt werden kann. Er ist verbunden mit Färbestoff, ähnlich dem Färbestoff aus der Galle anderer Thiere, der für sich in Wasser wenig löslich ist, in Verbindung mit Gallenstoff aber sich reichlich darin löst. Die Verbindung dieser beiden Stoffe ist der unzersetzten Galle ganz ähnlich. Ausserdem enthält die Galle der Schlange eine geringe Quantität eines krystallisirenden, durch eine Lösung von kohlensaurem Kali fällbaren Gallenstoffs, analog demjenigen, welchen Gmelin in der Galle mehrerer Cyprinusarten fand, und welcher dort das Gallenharz und Picromel ersetzt. Nach Gmelin bewirkt der krystallinische Gallenstoff der Cyprinusarten, wenn er mit Galle vermischt wird, eine Gerinnung zu einer grünlich-weissen, körnigen Masse. Leider besitzen wir keine Untersuchungen über die Galle der Krebse und der Mollusken.

Einige Beobachtungen über die Galle hat Schultz angestellt. Beim nüchternen Ochsen fand er 12—16 Unzen Galle in der Gallenblase, nach der Verdauung noch 2—4 Unzen in derselben, bei einem grossen nüchternen Hunde 5 Drachm., bei einem Hund mittlerer Grösse nach der Verdauung 2 Dr. 17 Gr. Die Galle des Ochsen hatte ein specifisches Gewicht von 1,026—1,030; sie war immer alcalisch; ihre Neutralisation erforderte, wenn sie dick war, 1 Dr. Weinessig auf 1 Unze Galle, dagegen, wenn sie dünn war, $\frac{1}{3}$—$\frac{1}{2}$ Drachm. Weinessig. Das in der Galle durch Weingeist entstehende Coagulum hält er nicht für Eiweiss, sondern für eine dem Speichelstoff ähnliche Materie, weil nämlich die Galle durch Hitze keine Gerinnung eingehe. Die weingeistige Auflösung der bis zur Trocknung eingedickten Galle war auch noch alcalisch, daher hält Schultz die gewöhnliche Meinung, welche auch Tiedemann und Gmelin hegen, dass die Alkalescenz der Galle von kohlensaurem fixem Alkali herrühre, für unrichtig; sie rühre auch nicht von Ammonium her, weil das Destillat der Galle nicht alcalisch reagirt. Schultz nimmt ein organisches Alcali in der Galle an, ähnlich den Pflanzenalcaloiden; die in der Galle vor-

handene Oelsäure denkt er sich in einer Verbindung mit diesem alkalischen Stoffe. Das von Säuren hervorgebrachte Coagulum hält er nicht für Eiweiss, sondern für einen Niederschlag jenes Stoffes. Diesen Stoff glaubte er so darstellen zu können, dass er durch Essigsäure einen Niederschlag der Galle bewirkte, die Essigsäure durch Ammonium neutralisirte, und das essigsaure Ammonium durch Destillation bis zum Trocknen abschied. Das braune bittere Residuum war nun im Wasser, Essig und Weingeist löslich, und gab alkalische Anzeigen gegen geröthetes Lacmuspapier; längere Zeit der Luft ausgesetzt, verlor diese Materie ihre Alkalescenz und war weder im Wasser, Essig, noch Weingeist ganz löslich. Offenbar war diese Materie ein Gemenge mit Gallenblasenschleim, welcher nach Berzelius von Essigsäure aus der Galle gefällt wird. Nach dem Niederschlage der Galle durch Essigsäure bleibt, wie Schultz selbst bemerkt, noch eine bitterschmeckende oder bittersüsslich schmeckende Materie in der Auflösung zurück. Wie mit der Annahme eines Alkaloides in der Galle die Existenz eines krystallinischen Gallenstoffes in der ganz neutralen Galle mehrerer Cyprinusarten, den Gmelin fand, vereinbar ist, kann ich mir nicht vorstellen. Ueberhaupt dürfte die Untersuchung dieses krystallinischen von Kali fällbaren, von Weingeist und Wasser auflöslichen Gallenstoffs fruchtbarer als alle bisherigen Untersuchungen über die Galle werden, und unsere Ansichten über die Zusammensetzung der Galle bei den höheren Thieren noch bedeutend reformiren. Da sich dieser Stoff auch in der Schlangengalle zeigt, so dürfte er leicht eine allgemeinere Erscheinung und in manchen Gallenarten, in denen man ihn nicht findet, auf irgend eine Weise verhüllt seyn. Der von Gmelin entdeckte krystallinische Stoff ist bis jetzt nicht in aller Fischgalle gefunden, sondern nur einigen, nicht einmal allen Cyprinusarten, nämlich Cyprinus leuciscus, alburnus und barbus, nicht dem Karpfen eigen.

*d. Succus pancreaticus.* Ausser Grant's Beobachtung (Froriep's *Notizen.* 11. 182.), dass bei Loligo sagittata eine dem Pancreas analoge Drüse vorhanden ist, nämlich zwei hellrothe, gelappte, mit dem Gallengang verbundene Drüsen, kennt man das Pancreas nicht bei den Wirbellosen. Selbst unter den Fischen ist es nicht allgemein, bei vielen derselben fehlt es, bei anderen sind Blinddärme in verschiedener Anzahl und Ordnung an seiner Stelle, Appendices pyloricae. Bei dem Stockfisch und Schellfisch häufen sich diese und beginnen sich zu theilen, bei Polyodon folium stellen sie einen in Abschnitte äusserlich getheilten Sack dar, beim Thunfisch sind sie sehr verzweigt und bilden eine ungeheure Anzahl Büschel blind endigender Röhrchen, beim Schwertfisch endigen die Zweige des grossen Ausführungsganges mit einem Bündel kurzer zahlreicher Blinddärmchen, während eine gemeinsame Haut das Ganze umhüllt. Beim Stör endlich ist die ganze Masse scheinbar parenchymatös, und besteht aus einem schwammigen Gewebe von kleinen und grösseren Zellen, und bei den Hayen und Rochen giebt es ein dichteres Gewebe des Pancreas wie bei den höhern Thieren. Siehe das Nähere in dem

Drüsenwerk J. Mueller *de penit. gland. struct. Lib. VIII. Tab. VII.* Bei den Fischen ist der Saft der Blinddärme klebrig und reagirt, wie Swammerdam und Tiedemann und Gmelin beobachtet, nicht oder sehr wenig sauer. Hunden hat man das Pancreas ganz oder grösstentheils zerstört, ohne dass ihre Verdauung und übrige Gesundheit gelitten hätte. Man hat nur zuweilen grössere Gefrässigkeit beobachtet. Autenrieth *Physiol.* 2. 69.

In der neuern Zeit haben Mayer, Magendie, Tiedemann und Gmelin den pancreatischen Saft der höheren Thiere untersucht. Mayer (Meckel's *Archiv* 3. 170.) fand denselben, wie er in einem blasenartigen Behälter bei der Katze sich angesammelt hatte, alkalisch, durchsichtig. Magendie (*physiol.* 2. 367.) fand den Saft des Hundes gelblich, geruchlos, salzig schmeckend, alkalisch, auch sollte er hier wie bei den Vögeln in der Wärme gerinnen. Tiedemann und Gmelin sammelten den pancreatischen Saft eines grossen Hundes durch ein in den eingeschnittenen Gang eingelegtes Röhrchen. Alle 6—7 Secunden floss ein Tropfen aus (in vier Stunden beinahe zehn Grammen). Der Saft war klar, etwas opalisirend, liess sich in Fäden ziehen und schmeckte schwach salzig. Dieselben Versuche machten sie an einem Schaf und an einem Pferde. In diesen 3 Fällen reagirte der Saft anfangs schwach sauer, nur die zuletzt abfliessende Portion des pancreatischen Saftes vom Hunde und Pferde reagirte schwach alkalisch. A. Schultze fand den pancreatischen Saft beim Hunde, bei der Katze und beim Pferde sauer, einmal beim Hunde indifferent. Die vergleichende Analyse des Saftes jener 3 Thiere von Gmelin ergab Folgendes: Der pancreatische Saft ist sehr reich an Eiweiss, er enthält kein schwefelblausaures Salz wie der Speichel enthalten soll. An festen Theilen enthält er beim Hunde 8,72, beim Schaf 4—5 Procent, die festen Theile sind:

1. Osmazom.
2. Eine durch Chlor sich röthende Materie, die bloss beim Hunde, nicht beim Schafe gefunden wurde.
3. Eine dem Käsestoff ähnliche Materie, wahrscheinlich mit Speichelstoff.
4. Viel Eiweissstoff, ohngefähr die Hälfte des trockenen Rückstandes betragend.
5. Sehr wenig freie Säure, wahrscheinlich Essigsäure. Die Asche des pancreatischen Saftes beträgt beim Hunde 8,28 Proc. vom trocknen Rückstand, beim Schafe 29,7 Proc.

Sie enthält an löslichen Salzen:

a. Kohlensaures Kali (wahrscheinlich essigsaures im Safte), beim Hunde und beim Schafe.

b. Viel salzsaures Alkali.

c. Wenig phosphorsaures Alkali beim Hunde, und beim Schafe.

d. Sehr wenig schwefelsaures Alkali beim Hunde und Schafe. Das Alkali war mehr Natron als Kali. Die nicht im Wasser löslichen Salze der Asche sind wenig kohlensaurer und phosphorsaurer Kalk.

Aus diesen trefflichen Untersuchungen ergiebt sich die Verschiedenheit des pancreatischen Saftes und Speichels, denn der Speichel enthält Schleim und Speichelstoff, im pancreatischen Saft dagegen kömmt viel Eiweiss und Käsestoff vor, kein Schleim und wenig oder kein eigentlicher Speichelstoff, Speichel ist alkalisch, Succus pancreat. frisch säuerlich. Der Speichel des Schafes enthält etwas schwefelblausaures Alkali (?), der pancreatische Saft nicht. Die übrigen Salze sind ohngefähr dieselben. Tiedemann und Gmelin *l. c. p.* 25—43.

Leuret und Lassaigne erhielten beim lebenden Pferde in einer halben Stunde 3 Unzen pancreatischen Saft. Er war klar, schmeckte salzig, reagirte alkalisch und enthielt nur $\frac{9}{10}$ Proc. fester Bestandtheile, die sie nach einer wie es scheint oberflächlichen Untersuchung für dieselben wie im Speichel erklärten. Wasser 99; thierische Materie, in Alkohol auflöslich, thierische Materie, in Wasser auflöslich, Spuren von Eiweiss, Schleim, freie Soda, Chlorsodium, Chlorpotassium, phosphorsaure Kalkerde 00,9.

*e. Succus entericus.* Ueber den Bau der den Darmsaft absondernden Drüsen ist bereits früher gehandelt worden. Man vergleiche besonders was pag. 473. über den Bau der räthselhaften Körper, die man Peyer'sche Drüsen nennt, gesagt worden. Besondere Drüsenmassen kommen ausser jenen zweifelhaft drüsigen Körpern im Darm der Thiere nicht vor. Der Darmsaft ist von Tiedemann und Gmelin bei hungernden Thieren untersucht worden. Bei nüchternen Hunden erschien die innere Fläche der Schleimhaut wie mit einer dünnen Lage einer sehr consistenten, weisslichen und etwas gelbgefärbten Materie bedeckt, und es fand sich nur sehr wenig ergossene Galle. Wenn Kieselsteine oder Pfeffer verschluckt worden, so war eine grössere Menge eines dünnen und fadenziehenden Schleimes vorhanden, und die Galle war reichlicher ergossen. Die schleimige Masse wurde nach unten im Dünndarm consistenter und gelblich oder gelbbraun, es zeigten sich in ihr grüngelbe oder gelbbraune Flocken, aus Darmschleim, Gallenschleim, Harz, Fett und Färbestoff der Galle bestehend. Die schleimige Flüssigkeit des Dünndarms der Hunde und Pferde enthält im ersten Drittheil oder in der ersten Hälfte: 1. etwas freie Säure, im Fortgange des Dünndarms ward sie meist indifferent, und bei den Pferden enthielt sie doppelt kohlensaures Natron. Die Flüssigkeit des Dünndarms enthielt auch 2. viel Eiweissstoff, wahrscheinlich vom Succus pancreaticus; 3. bei den Pferden ferner eine dem Käsestoff ähnliche Materie und 4. eine durch salzsaures Zinn fällbare Materie beim Pferde, wahrscheinlich Speichelstoff und Osmazom; 5. eine durch Chlor und Sublimat sich röthende Materie bei Pferden. 6. wenig Gallenharz bei Pferden. 7. im obern Theil des Dünndarms der Pferde eine stickstofffreie schwachsaure Materie. Ausserdem die gewöhnlichen Salze thierischer Flüssigkeiten. Tiedemann und Gmelin *die Verdauung. I. p.* 157.

Der Schleim des Blinddarms reagirte bei allen untersuchten Hunden sauer. Im Blinddarm der Pferde dagegen fand sich

statt freier Säure doppelt kohlensaures Natron. Viridet (*de prima coctione*) hatte im Blinddarm der Kaninchen gleiche saure Reaction, wie im Magen gefunden.

Ueber die saure Reaction in dem Blinddarm der Thiere hat Schultz weitere Versuche angestellt. Er fand bei den Thieren, wenn sie fasteten, leichter eine alkalische oder neutrale Beschaffenheit der Flüssigkeiten im Blinddarm, was er aus der Neutralisation durch die während des Fastens weiter bewegte Galle erklärt, sonst aber und während der Verdauung reagirte die Flüssigkeit sauer. Diese Reaction findet sich indess gewöhnlich bei den pflanzenfressenden Thieren, die mit einem längern Blinddarm ausgestattet sind, dagegen sie bei den Fleischfressern mit unvollkommenem Blinddarm meistens fehlt. Die Saturation der Säure im Chymus eines Kaninchens, das von Kartoffeln und Gras genährt, und $2\frac{1}{2}$ Stunden nach dem Tode geöffnet worden, erforderte auf 2 Unzen Chymus des Magens $3\frac{1}{2}$ Unzen Ochsengalle; dagegen waren zur Saturation des sauren Inhaltes des Blinddarmes eines Kaninchens auf 1 Unze Darminhalt 5 Drachmen Ochsengalle nöthig. 18 Unzen Chymus aus dem Magen eines Pferdes erforderten zu ihrer Saturation 15 Gran Kali carbonicum oder 1 Unze Chymus $2\frac{1}{2}$ Unze Ochsengalle. Zur Saturation von 1 Unze Inhalt des Coecum gehörten 5 Unzen Ochsengalle. Der Chymus des Magens von einem Schwein erforderte 1,04 bis 1,11 Proc. Kali carbonicum, der Inhalt des Blinddarmes dagegen 0,78 Proc. Kali carbonicum zur Saturation.

## *V. Capitel.* Von den Veränderungen der Speisen im Darmkanal.

Die Auflösung der Speisen setzt voraus, dass die Nahrungsstoffe ihr organisches Gefüge und ihre Cohäsion verlieren, was durch das Kauen grossentheils geschieht. Diese Zertrümmerung findet theils im Munde, theils im Schlunde bei Schlundzähnen, wie bei einigen Fischen, theils im Magen durch die knorpeligen Magenwände des Muskelmagens bei den Körner und Insecten fressenden Vögeln, oder durch einen mit Zähnen bewaffneten Magen, wie bei einigen Crustaceen, Insecten und Mollusken statt. Dieser und der folgende Act in den Verdauungsoperationen, die Auflösung, lassen sich in der That mit den gewöhnlichen chemischen Operationen vergleichen, ohne dass dem Organismus etwas vergeben wird. Der Chemiker pulvert die aufzulösenden oder zu extrahirenden Stoffe, und digerirt sie mit dem Lösungsmittel; auch diese Digestion findet in dem Kropfe der Vögel und in den Magen der Thiere statt. Nach der Extraction der löslichen Stoffe seiht der Chemiker das Gelöste von dem Unlöslichen ab. Auch im Verdauungsprocess wird also zertrümmert, digerirt, aufgelöst und das Unlösliche abgeschieden.

*a. Speichel.*

Der Speichel macht die Speisen zum Verschlucken ge-

schickt; ob er etwas zur Auflösung derselben beitrage, und wie weit seine Bestandtheile eine Rolle in der chemischen Verwandlung der Nahrungsstoffe im Magen spielen, ist unbekannt. Seine Wirkung bei der Verdauung scheint keineswegs gross zu seyn, da er den Fischen und Cetaceen fehlt. Spallanzani und Reaumur wollen gefunden haben, dass Thiere das ihnen in durchlöcherten Röhren beigebrachte Futter schneller verdauten, wenn es vorher mit Speichel, als wenn es mit Wasser durchtränkt war. Spallanzani's *Versuche über das Verdauungsgeschäft. Leipz.* 1785. Tiedemann und Gmelin glauben, dass der Speichel durch seinen Gehalt an kohlensaurem, essigsaurem und salzsaurem Kali und Natron einigermaassen, wiewohl nur schwach auflösend wirke (?).

Berzelius dagegen bemerkt, dass der Speichel an und für sich aus den Nahrungsstoffen nicht mehr als reines Wasser ausziehe, und ich muss gestehen, dass mir bei den vergleichungsweise mit Speichel und Fleisch, so wie Wasser und Fleisch angestellten Versuchen kaum irgend ein Unserschied bemerklich geworden ist.

Sogenannte dynamische Wirkungen des Speichels kenne ich nicht. Auch scheint der Speichel nicht durch Zerstörung der specifischen organischen Eigenthümlichkeiten der Nahrungsstoffe zu wirken. Die giftige Wirkung des Schlangengiftes und des Hundswuthgiftes könnte auf dergleichen Gedanken bringen. Allein ich habe schon bemerkt, dass die Giftdrüsen der Giftschlangen nicht ihre Speicheldrüsen, sondern Angriffsmittel sind, und dass die Giftschlangen ausserdem die gewöhnlichen Speicheldrüsen der Schlangen besitzen. Auch ist es nur zufällig, dass der Speichel der tollen Hunde vorzugsweise giftig erscheint, weil gewöhnlich durch den Biss die Ansteckung geschieht, gleich wie es eben so zufällig ist, dass das venerische Gift gewöhnlich durch die Genitalien ansteckt, indem die Bedingung der Uebertragung auf Schleimhäute hier am häufigsten statt findet. Nach Hertwig's trefflichen Arbeiten über die Hundswuth stecken auch andere Stoffe der tollen Hunde, als Speichel an, wie z. B. Blut, wenn es eingeimpft wird. Hertwig's *Beiträge zur nähern Kenntniss der Wuthkrankheit. Berl.* 1829. p. 156. 160.

Ob der Speichel an der chemischen Veränderung der Nahrungsstoffe im Magen Antheil habe, weiss man nicht. Man hat nur eine Beobachtung dieser Art, welcher noch die nöthige Bestätigung fehlt, nämlich die Bemerkung von Leuchs (Kastner's *Arch.* 1831.), dass Speichel gekochte Stärke in Zucker verwandeln soll, was insofern interessant ist, als auch im Magen die Stärke in Stärkegummi und allmählig in Zucker verwandelt wird.

*b. Magenverdauung. Magensaft.*

Im Magen werden die Getränke schon grösstentheils aufgesogen, und gelangen nicht durch den Pylorus; die soliden Theile der Speisen werden in eine zum Theil ganz flüssige, zum Theil aus Kügelchen bestehende Materie, *Chymus*, bis auf die unlöslichen Theile, aufgelöst, was nach den meisten Beobachtern schichtweise von den Magenwänden aus, nach den zahlreichen Beobachtungen von Beaumont innerhalb des ganzen Magens geschieht.

Ueber die Veränderungen der Speisen, die Zeit, welche zu ihrer Auflösung nöthig ist, haben wir Beobachtungen von Gosse an sich selbst, bei künstlich erregtem Erbrechen (in Spallanzani's Werke mitgetheilt), von Spallanzani, Stevens (*de aliment. concoctione. Edinb.* 1777.), von Tiedemann und Gmelin, von Schultz bei Thieren, und die bei weitem grössere Anzahl von Beobachtungen an einem Menschen mit perforirtem Magen, angestellt von Beaumont. Spallanzani brachte Katzen ein mit Brot gefülltes Röhrchen bei; das Brot war nach 5 Stunden zum Theil aufgelöst, Fleisch in einem ähnlichen Versuche nach 9 Stunden. Selbst Knorpel und Knochen, in Röhrchen, Sehnen in Leinewand eingeschlossen, waren nach längerer Zeit erweicht oder aufgelöst. Geronnenes Eiweiss haben Tiedemann und Gmelin beim Hunde nach 4 Stunden zum Theil ungelöst, zum Theil gelöst gefunden. Bei Hunden zeigte sich Faserstoff nach 4 Stunden aufgequollen, ohne faseriges Gefüge, und zum Theil in aufgelöstes Eiweiss verwandelt. Thierleim verliert im Magen die Eigenschaft zu gelatiniren und seine characteristische Reaction gegen Chlor, welches ihn sonst fadenartig fällt. Käse zeigte sich im Magen verflüssigt, ohne in Eiweiss verwandelt zu seyn. Gekochtes Stärkemehl war nach 5 Stunden in Stärkegummi und Zucker verwandelt. Kleber (in Essigsäure und Salzsäure unlöslich) war nach 5 Stunden unverändert. Die Milch gerinnt im Magen und der niedergeschlagene Käse wird wieder aufgelöst, während die Molken weiter gehen. Rohes Rindfleisch war beim Hunde nach 4 Stunden mit einer breiartigen, gallertigen, braunen Masse überzogen. Knochen und Knorpel wurden bei Hunden nach 2—4 Stunden an den Rändern, Ecken und Oberflächen etwas erweicht gefunden. Brot war beim Hunde nach $2\frac{1}{2}$ Stunden fast vollständig aufgelöst. Beim Pferde schien das Futter den Magen in weniger aufgelöstem Zustande zu verlassen.

Beaumont hat während mehrerer Jahre Gelegenheit gehabt, die Verdauung bei einem ihm untergebenen Menschen zu studiren. Dieser Mensch hatte von einer Schusswunde eine ansehnliche Oeffnung im Magen, deren Ränder mit den Rändern der Hautwunde verwachsen waren, und die durch eine vom obern hintern Rande der Wunde ausgehende Falte der Häute des Magens bedeckt war, aber durch Eindrücken der Falte weit geöffnet werden konnte. Das Loch im Magen war 2 Zoll unter der linken Brustwarze, in einer von dort zur Spina oss. il. sinistr. gezogenen Linie, also im linken obern Theile des Magens, nahe dem obern Ende der grossen Curvatur, 3 Zoll von der Cardia. Lag dieser Mann auf dem Rücken, und wurde dann die Hand auf seine Lebergegend gedrückt, und der Körper zugleich auf die linke Seite gedreht, so floss Galle durch den Pylorus und durch ein in das Magenloch eingebrachtes elastisches Rohr aus. Zuweilen, aber selten, wurde sie mit dem Magensaft auch ohne diese Operation vermischt gefunden. Der Chymus wurde aus dem Magen gewonnen, wenn man mit der Hand auf den untern Theil der Magengegend nach aufwärts drückte. Bei vollem Magen floss der Inhalt schon beim Druck auf die Klappe aus. Der leere

Magen konnte bis zu einer Tiefe von 5—6 Zoll untersucht werden, wenn er durch künstliche Mittel ausgedehnt erhalten wurde. So konnte man Speise und Trank eintreten sehen. Ueber die Verdauungen dieses Mannes hat nun Beaumont ein vollständiges Journal geführt. Die folgende Tabelle giebt Aufschluss über die Zeit, welche zur Verdauung der verschiedenen Nahrungsmittel nöthig war. Die Nahrungsstoffe wurden mit Brot oder Vegetabilien, oder mit beidem genossen.

| Nahrungsmittel | Zubereitung | Speisezeit | Arbeit: mässig St. Min. | Arbeit: angestrengt St. Min. | Ruhe St. Min. | Bemerkungen. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Kaldaunen ..... | geschmort | Frühstück | 1 00 | — | — | |
| Schweinsfüsse .. | gekocht | — | 1 00 | — | — | |
| Wildpret, frisch | gebraten | — | 1 35 | — | — | |
| Stockfisch, getrocknet ..... | gekocht | Mittag | 2 00 | — | — | |
| Brot und Milch | kalt | — | 2 00 | — | — | |
| Truthahn ...... | geröstet | — | 2 30 | — | — | |
| Gans, wilde ... | — | — | 2 30 | — | — | |
| Schwein, jung | — | — | 2 30 | — | — | |
| Gehackt. Fleisch | warm | Frühstück | 2 30 | — | — | |
| Austern ........ | roh | Mittag | 2 45 | — | — | Austern im Magen aufgehangen. |
| — | gedämpft | — | 3 30 | — | — | nur mit etwas trocknem Brot oder Zwieback. |
| — | roh | Frühstück | 3 00 | — | — | |
| — | — | Mittag | 3 00 | — | — | |
| — | gedämpft | — | 3 30 | — | — | |
| Rindfleisch, frisch ........ | geröstet | — | 3 30 | — | — | |
| — | — | — | 3 00 | — | — | |
| — | — | Frühstück | 2 45 | — | — | |
| — | gebraten | — | 3 00 | — | — | |
| — | — | — | — | — | 3 45 | |
| — | — | — | — | 3 30 | — | Arbeit bis zur Ermüdung. |
| — | gekocht | — | 4 00 | — | — | krankh. Aussehen des Magens. |
| — | — | Mittag | — | 3 30 | — | |
| — | — | Frühstück | 3 38 | — | — | viel Fett. |
| — | — | Abendessen | — | — | 4 00 | ebenso. |
| — | — | Frühstück | — | — | 4 30 | ebenso. In liegender Stellung. |
| — | — | Mittag | 3 30 | — | — | |
| — | — | — | — | — | 4 00 | |
| — | — | Frühstück | — | — | 4 15 | |
| — | — | — | 3 30 | — | | |
| — | — | — | — | — | 4 15 | |
| Rindfleisch, gesalzen........ | — | Mittag | 5 30 | — | — | |
| — | — | — | 3 30 | — | — | |
| Schweinefleisch, frisch, gesalzen | — | Frühstück | 5 15 | — | — | |
| — | — | — | 4 30 | — | — | |
| — | — | — | 5 15 | — | — | ärgerte sich während des Versuches. |

| Nahrungsmittel | Zubereitung | Speisezeit | Arbeit mässig St. Min. | Arbeit angestrengt St. Min. | Ruhe St. Min. | Bemerkungen. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Schweinefleisch, frisch, gesalzen | gekocht | Frühstück | 6 00 | — | — | ungewöhnlich volles Mahl. |
| — | — | — | 4 30 | — | — | |
| — | — | — | 4 30 | — | — | |
| — | — | — | 4 30 | — | — | |
| — | — | Mittag | 4 30 | — | — | |
| — | — | Frühstück | — | 4 00 | — | |
| — | — | Mittag | — | 3 30 | — | |
| Schweinefleisch, frisch ........ | geröstet | — | 6 30 | — | — | ungewöhnlich volles Mahl. |
| — | gebraten | — | 3 15 | — | — | |
| — | — | Frühstück | 4 30 | — | — | |
| Hammelfleisch . | geröstet | Mittag | 3 15 | — | — | |
| — | gebraten | Frühstück | — | 3 00 | — | |
| — | — | — | 3 30 | — | — | |
| — | — | — | 4 30 | — | — | krankh. Aussehen des Magens. |
| — | — | Mittag | 4 00 | — | — | |
| — | — | Frühstück | 4 30 | — | — | volles Mahl, grob gekäut. |
| Eier............ | hart gek. | — | 3 30 | — | — | Brot oder Brot und Kaffee. |
| — | weich gek. | — | 3 00 | — | — | |
| — | hart | Mittag | 5 30 | — | — | Magen krank. |
| — | — | Frühstück | 3 30 | — | — | — — |
| — | weich gek. | Mittag | 3 00 | — | — | |
| Wurst .......... | gebraten | Frühstück | 3 30 | — | — | mit weich gekochten Eiern. |
| — | — | Mittag | 3 00 | — | — | |
| — | geschmort | Frühstück | 4 00 | — | — | in einem Musselinbeutelchen eingehängt. Magen krank. |
| — | — | — | 5 00 | — | — | |
| — | gebraten | — | 3 30 | — | — | |
| — | — | — | — | 4 15 | — | volles Mahl. Schwere Arbeit. |
| Henne ......... | gekocht | — | 4 00 | — | — | Mit Brot u. Kaffee. |
| — | — | Mittag | 4 00 | — | — | Mit Brot und Wasser. |
| — | — | — | 4 00 | — | — | — — |
| Kalbfleisch ..... | gebraten | Frühstück | 4 00 | — | — | In einem Musselinbeutelchen eingehängt. |
| — | — | Mittag | 4 00 | — | — | |
| — | — | Frühstück | 4 00 | — | — | |
| — | — | Mittag | 4 45 | — | — | Magen krank. |
| — | — | Frühstück | — | 3 45 | — | |
| — | — | Mittag | 4 30 | — | — | |
| — | — | Frühstück | 5 30 | — | — | Magen krank. |
| Fleischsuppe u. Vegetabilien . | — | — | 4 00 | — | — | |
| Butterbrot ..... | mit Kaffee | Frühstück | 4 15 | — | — | Magen krank. |
| Brot, trocken.. | — — | — | 3 45 | — | — | |
| — — | mit Kartoffelbrei | Mittag | 3 45 | — | — | |

Es wird nicht ohne Interesse seyn, einige Fälle aus dem Journal von BEAUMONT noch genauer als Beispiele kennen zu lernen.

*Erste Reihe. Exp.* 1. Um 12 Uhr brachte BEAUMONT durch die Magenöffnung des ST. MARTIN an Seidenfäden ein Stück stark gewürztes Boeuf à la mode, ein Stück gesalzenes, fettes Schweinefleisch, ein Stück rohes, gesalzenes, mageres Rindfleisch, ein Stück gekochtes, gesalzenes Rindfleisch, ein Stück Brot und einen Bausch rohen geschnittenen Kohl, von jedem gegen 2 Drachmen. Um 1 Uhr Kohl und Brot halb verdaut. Die Fleischstücke unverändert; Alles in den Magen zurück. Um 2 Uhr Kohl, Brot, Schweinefleisch und gekochtes Rindfleisch, Alles verdaut und vom Faden gegangen, die anderen Stücke sehr wenig verändert; in den Magen zurück. Um 2 Uhr Boeuf à la mode zum Theil verdaut; das rohe Rindfleisch wenig macerirt auf der Oberfläche. Der Versuch wurde wegen Unwohlseyns nicht weiter fortgesetzt. Den Tag darauf hatte ST. MARTIN Magenbeschwerden und Kopfweh, Verstopfung, einen schwachen Puls, trockene Haut, belegte Zunge und zahlreiche weisse Flecke oder Pusteln (Aphthen) wie coagulirte Lymphe auf der innern Fläche des Magens. Ein ähnliches Aussehen beobachtete BEAUMONT später öfter bei Magenbeschwerden.

*Zweite Reihe. Exp.* 33. Um 1 Uhr ass ST. MARTIN eine Portion geröstetes Rindfleisch, Brot und Kartoffeln; nach einer halben Stunde glich der Mageninhalt einer dicken Suppe, um 4 Uhr war die Chymification vollendet, und um 6 Uhr wurde in dem Magen nichts, als etwas mit Galle gefärbter Succus gastricus gefunden.

*Exp.* 42. Um 8 Uhr Frühstück von 3 hart gekochten Eiern, Pfannkuchen und Kaffee, um $10\frac{1}{2}$ Uhr waren keine Theile mehr im Magen.

*Exp.* 43. Um $11\frac{1}{2}$ Uhr 2 gebackene Eier und 3 reife Aepfel; nach 40 Minuten anfangende Digestion, um $12\frac{1}{2}$ Uhr Magen leer.

*Exp.* 44. An demselben Tage um 2 Uhr geröstetes Schweinefleisch und Vegetabilien; um 3 Uhr halbe Chymification, um 4 Uhr nichts mehr im Magen.

*Exp.* 45. Um 8 Uhr Gänsefleisch; um 4 Uhr waren $\frac{2}{3}$ des Mageninhaltes fortgegangen, der Rest chymificirt, um $4\frac{1}{2}$ Uhr Magen leer.

*Dritte Reihe. Exp.* 18. Um $8\frac{1}{2}$ Uhr hängte BEAUMONT 2 Drachmen frische Bratwurst in einem feinen Musselinsäckchen in dem Magen des ST. MARTIN auf. Der letztere nahm durch den Mund auch von derselben Wurst, gebratenes Hammelfleisch und Kaffee zu sich. Um $11\frac{1}{2}$ Uhr Magen halb leer; der Inhalt des Beutels um die Hälfte vermindert; um 2 Uhr Magen leer, Beutel auch leer bis auf 15 Gran, bestehend aus dünnen Stücken von knorpeligen und häutigen Fasern, und dem Gewürz der Wurst (letzteres 6 Gran).

Während der Verdauung ist die Temperatur im Magen nicht erhöht, wie BEAUMONT gezeigt hat; sie beträgt im Magen constant 100° Fahrenh., und nimmt nur bei Anstrengungen wie in anderen Theilen um einige Grade zu.

Während der Verdauung ist in der Regel im Magen nur sehr wenig Gas enthalten. MAGENDIE und CHEVREUL haben es bei einem Hingerichteten untersucht. Es bestand aus:

| | |
|---|---|
| Sauerstoffgas . | 11,00 |
| Kohlensäuregas | 14,00 |
| Wasserstoffgas . | 3,55 |
| Stickgas . . . | 71,45 |

Die Materien, welche TIEDEMANN und GMELIN in dem Chymus fanden, sind:

1. Eiweiss. Bei Hunden, nach Fütterung mit gekochten Eiern, Faserstoff, Fleisch, Brot, Kleber, weniger nach Fütterung mit flüssigem Eiweiss, Käse, Leim und Knochen.

2. Käsestoffähnliche Materie bei mit flüssigem Eiweiss und mit Faserstoff gefütterten Hunden.

3. Durch salzsaures Zinn fällbare Materie nach Kleber, Käse, Milch bei Hunden, nach Stärkemehl und Hafer bei Pferden (wahrscheinlich Osmazom und Speichelstoff).

Die beiden ersten Magen der Wiederkäuer, welche eine kohlensaures Alkali haltige Flüssigkeit enthalten, können hierdurch Pflanzeneiweiss und Kleber aus den Pflanzen ausziehen. Das ausgezogene Flüssige gelangt in den dritten Magen, das Unaufgelöste wird wiedergekäuet und gelangt in den dritten Magen. Nach TIEDEMANN und GMELIN's, und nach PREVOST und LE ROYER's (FRORIEP's *Not.* 9. 194.) Untersuchungen enthält das Aufgelöste der Futtermasse der beiden ersten Magen Eiweiss, in alkalischer Lösung; nach dem Fressen von Hafer enthielt die Flüssigkeit des Chymus der ersten Magen so viel Eiweiss, dass sie bei $+81^{0}$ C. gerann. Von weniger nährender Materie bekam sie diese Eigenschaft nicht. PREVOST und LE ROYER haben die Quantität Eiweiss in der ausgepressten Flüssigkeit der Futtermasse des Pansen vom Ochsen sehr gross angegeben. Bei der Verdauung in den beiden ersten Magen entwickelt sich auch Schwefelwasserstoffgas, Kohlensäuregas und Kohlenwasserstoffgas; letzteres bleibt gasförmig, während sich die ersteren in der Flüssigkeit auflösen. Das von frischem Klee sich entwickelnde Gas ist nach LAMEYRON und FREMY Schwefelwasserstoffgas 0,80, Kohlenwasserstoffgas 0,15, Kohlensäuregas 0,05. BERZELIUS *Thierchem. p.* 240. Im dritten Magen ist das abgesonderte Lösungsmittel sauer, im vierten noch saurer. Der Labmagen der Kälber enthielt in TIEDEMANN und GMELIN's Untersuchungen geronnene Milch. Im Labmagen des Ochsen war ein weicher gelblichbrauner Brei. Der Labmagen der Wiederkäuer enthielt 1. Eiweisstoff bei Ochsen und Kälbern, 2. durch Salzsäure sich röthende Materie bei Ochsen und Schafen, 3. durch salzsaures Zinn fällbare Materie bei Schafen.

MARCET hat gezeigt und PROUT bestätigt, dass bei Hunden, von denen der eine mit thierischer Nahrung, der andere mit Brot gefüttert wurde, der Chymus bei dem erstern weit eiweissstoffhaltiger war als bei dem letztern. THOMSON *Annals of philos.* 1819. Jan. und April.

Bei den Vögeln fanden TIEDEMANN und GMELIN in der durch Extraction der Nahrung im Kropfe gebildeten Flüssigkeit Eiweiss

der Nahrungsstoffe aufgelöst, so dass diese Flüssigkeit zuweilen in der Hitze gerann, Eiweiss nach dem Genuss von Fleisch, Pflanzeneiweiss nach dem Genuss von Getreide und Erbsen. Noch mehr finden sich diese Materien im Muskelmagen.

### Theorie der Magenverdauung.

Unter den älteren Lehren über das Wesen der Verdauung sind mehrere offenbar heutzutage bloss von historischem Werth, wie z. B. diejenige von der Zerreibung der Nahrungsstoffe durch die Magenwände. Es sind im Magen der meisten Thiere keine mechanischen Hülfsmittel dazu vorhanden (Vergl. p. 483.), und dann haben die Versuche von Reaumur und Spallanzani gezeigt, dass in durchlöcherten Röhren eingeschlossene Substanzen, auf welche gar kein Druck statt haben konnte, eben so leicht verdaut werden. Eben so ist es kaum nöthig, zu bemerken, dass die Theorie von der Putrefaction der Speisen im Magen ungegründet, indem keine Zeichen der Fäulniss an den verdauten Stoffen wahrnehmbar sind, während doch bei 30° R .Temperatur, wenn die Speisen ihrer blossen Zersetzung überlassen wären, sehr bald Zeichen der Fäulniss eintreten müssten.. Dann aber verlieren selbst anfangend faule Substanzen während der Verdauung die Putrefaction, wie Spallanzani gezeigt hat.

Bei dem heutigen Zustande der Untersuchungen kann es zwei Ansichten über das Wesen der Verdauung geben:

1. dass das Wesen derselben in einer chemischen Veränderung der Speisen, Fermentation oder Oxydation bestehe, wodurch sie ihre Cohäsion verlieren und zerfallen. Bei dieser Ansicht giebt es keinen Magensaft, und was man so nennt, ist das Product, nicht die Ursache der Verdauung.

2. dass die Verdauung wesentlich in Auflösung der Speisen durch ein Lösungsmittel, den Magensaft, bestehe.

Die erstere Theorie tritt zuerst bei den Alten in dem Begriff der Coctio auf, wobei man sich eine chemische Veränderung der Stoffe gedacht haben muss; sie erscheint in den Ansichten von Boerhave von der Fermentation wieder, und ist in der neuern Zeit durch C. H. Schulz durch die Ansicht von dem Zerfallen der Speisen durch Oxydation erneuert worden.

Bei der Fermentationstheorie dachte man sich eine chemische Wirkung der Principien der Nahrungsstoffe auf einander, welche entweder durch einen Rest der vorhergehenden Verdauung, oder durch ein von dem Magen abgesondertes Ferment entstehen soll. Hiernach wäre also die Säure im Magen ein Product der Fermentation. Diese Theorie ist weder jemals bewiesen, noch ganz widerlegt worden. Fände in dem Magen eine Fermentation statt, so wäre sie gewiss eigener Art und würde sich von den bekannten Fermentationen unterscheiden. Die neulich von Schultz vorgetragene Theorie der Verdauung geht zwar nicht von der Fermentation aus, ist jedoch im Princip ähnlich, indem sie behauptet, dass die Speisen nicht durch einen eigenen Magensaft aufgelöst sondern durch Oxydation umge-

wandelt würden und dadurch ihre Cohäsion verlören, dass aber die Säure nicht die Ursache, sondern die Folge der Bildung des Chymus sey. Schon Montègre hatte die Existenz eines eigenen Magensaftes geläugnet. Er hatte gefunden, dass, nachdem er alle Magenflüssigkeit ausgebrochen, und den etwaigen Rückstand im Magen durch Verschlingung von Magnesia neutralisirt hatte, die darauf genommenen Nahrungsmittel nicht weniger chymificirt wurden und nicht weniger sauer geworden waren. Er hielt also den angeblichen Magensaft für nichts anderes, als für Speichel und Magenschleim, die durch die Chymification verändert worden. Man sieht leicht ein, dass die Chymification in diesen Fällen eben so gut durch die Absonderung einer neuen Quantität Magensaftes erfolgen konnte. Die Gründe, welche Schultz für jene Theorie anführt, sind folgende: Ein eigener Magensaft existire nicht. Was Tiedemann und Gmelin dafür genommen, seyen Reste von Chymus gewesen; ausser der Chymification finde keine Säurebildung statt, und könne auch nicht durch mechanische Reizung der Magenwände hervorgerufen werden. Diesem Satz in der Schultz'schen Theorie widersprechen wenigstens übereinstimmende directe Beobachtungen, sowohl die von Spallanzani, Tiedemann und Gmelin, als die viel entscheidenderen von Beaumont. Dann stützt sich Schultz ferner auf die Analogie der Pflanzen, indem die Nahrungsstoffe der Pflanzen auf eine ähnliche Art vorbereitet würden, und der Nahrungsstoff in dem keimenden Samen durch eine Art Oxydation in Säure und Zucker umgewandelt und löslich werde. Diese Gründe sind sehr gut, es frägt sich hier indess wieder, ob es bei den Thieren ein eigenes Lösungsmittel, einen Magensaft gäbe, der selbst ausser dem Körper Nahrungsstoffe aufzulösen im Stande ist, was, wenn man auch auf die älteren unvollkommeneren Erfahrungen keine Rücksicht nehmen will, durch die zahlreichen übereinstimmenden Beobachtungen von Beaumont bejahend zur Evidenz gebracht wird. Endlich stützt sich Schultz auf die Erfahrung von der Gerinnung der Milch durch den Magen, indem das Sauerwerden der Milch ein Beispiel für die Umwandlung einer nicht sauren Nahrung in sauren Chymus darbiete. Die Milch werde auch durch eine Infusion des trocknen Kalbsmagens geronnen, nachdem alle Säure desselben durch Kali carbonicum abgestumpft worden. Ausserdem mache auch eine Infusion vom frischen Magen eines durch 40 Stunden hungernden Hundes, obgleich sie deutliche Zeichen von Alkalescenz darbiete, die Milch gerinnen; endlich gerinne auch die Milch im Magen saugender junger Hunde, deren Magen nach 12—16 Stunden leer sey und sich neutral oder alkalisch verhalte; die Gerinnung erfolge nur langsamer, als wenn sich Säure im Magen befinde. Schultz hält das gerinnenmachende Princip für flüchtig, weil das durch Destillation der Magenflüssigkeit gewonnene Wasser auch die Milch zum Gerinnen bringe; dieses Wasser enthalte Chlorammonium und essigsaures Ammonium. Durch essigsaures Ammonium gerinne die Milch nicht, wohl aber innerhalb 12 Stunden durch Chlorammonium. Daraus schliesst nun Schultz, dass die Gerinnung

der Milch unter Mithülfe nicht trennbarer organischer Principien und durch Chlorammonium erfolge. Nach der Gerinnung der Milch sey das Milchwasser wie der Käse sauer; diese Säuerung scheine sich hier wie in den übrigen Speisen zu verhalten, so dass alle Speise durch die Einwirkung einer nicht sauern, ja oft sogar alkalischen Flüssigkeit in Oxydation übergehe und sauer werde; so sey die Säure keine Ursache, sondern die Wirkung der Auflösung der Speisen.

Hiergegen muss man bemerken, dass die Gerinnung der Milch und die Säurebildung in der Milch nicht immer gleiche Dinge sind. Die saure Milch ist zwar geronnen, aber die geronnene Milch nicht immer sauer. Schon unlängst habe ich die Beobachtung mitgetheilt, dass in geringen Quantitäten Milch der Käsestoff auf der Stelle durch Liquor kali caustici sämmtlich niedergeschlagen wird, wie man leicht sehen kann, wenn man in ein starkes Uhrglas mit Milch einige Tropfen von Liq. kali caust. giesst. Poggendorf's *Annal.* 1832. 8. Dann aber kann die Gerinnung der Milch wohl im Allgemeinen als ein Beispiel von freiwilliger Säurebildung in Nahrungsstoffen dienen; diese Erscheinung könnte den sauren Chymus wohl erklären, aber sie erklärt nichts für die Auflösung der Speisen; mit dem Sauerwerden der Milch ist nichts gethan, die geronnene Milch muss wieder aufgelöst werden, wenn sie in Chymus verwandelt werden soll, und so ist also die Frage noch dieselbe, wie beim Anfange der Untersuchung. Man hat gesehen, dass Schultz trotz dem, dass er gegen die Idee eines Magensaftes streitet, doch zuletzt auf dieselbe zurückkommt, indem er die Oxydation der Speisen von der Einwirkung einer Magenflüssigkeit (a. a. O. p. 102.) ableitet. Seine Theorie unterscheidet sich von derjenigen der Gegner nur darin, dass diese das wirksame Princip für sauer und für wirklich lösend halten, Schultz aber diess Princip als die Ursache der eintretenden Oxydation, aber an und für sich nicht für sauer ansieht, und dass er die Auflösung der Speisen nicht von der lösenden Wirkung dieses Princips, sondern von der dadurch erfolgenden fortschreitenden Oxydation ableitet. So wie die Sachen jetzt stehen, kommt alles darauf an, zu entscheiden: 1. ob es einen eigenen Magensaft giebt? 2. ob dieser Magensaft, gleichviel von welcher Natur, die Speisen in und ausser dem Körper aufzulösen im Stande ist? und 3. wenn diess geschieht, ob es durch die Säure dieses Saftes oder durch andere unbekannte, aber als existirend nachweisbare Principien erfolgt.

*Erste Frage.* Giebt es einen Magensaft? Diese Frage ist bereits in dem vorhergehenden Capitel beantwortet, wo die zahlreichen Versuche von Tiedemann und Gmelin, namentlich aber die entscheidend gewordenen von Beaumont aufgeführt sind, welcher den Magensaft des St. Martin im nüchternen Zustande durch mechanische Reizung in merklicher Quantität zur Absonderung brachte, und aus dem Magen durch die krankhafte Oeffnung desselben herausnahm.

*Zweite Frage.* Ist der Magensaft ein lösendes Mittel der Speisen innerhalb und ausserhalb des thierischen Körpers? Hier

kommt alles auf die Möglichkeit einer künstlichen Auflösung der Speisen ausser dem Magen durch Vermischung derselben mit dem Magensaft an. Die künstlichen Verdauungen sind zuerst durch Spallanzani berühmt geworden. Spallanzani verschaffte sich Magensaft der Vögel, indem er kleine Schwämme an Fäden durch den Mund bis in den Magen brachte, nach einiger Zeit wieder herauszog, und mit der hierdurch gewonnenen Flüssigkeit gekaute Nahrungsmittel vermischte, und nun dieses Gemeng in kleinen Glasgefässen in seiner Achselhöhle erwärmte; nach 15 Stunden oder zwei Tagen schienen die Nahrungsmittel in Chymus verwandelt zu seyn. Diese Versuche schienen durch die von Montègre im Jahre 1812 dem französischen Institut vorgelegten Beobachtungen widerlegt zu werden. Montègre konnte willkührlich erbrechen; er verschaffte sich nüchtern dadurch den vorgeblichen Magensaft, den er in den meisten Fällen merklich sauer fand. Nachdem Stevens bei einer künstlichen Verdauung ein ähnliches Resultat wie Spallanzani gefunden hatte, haben Tiedemann und Gmelin ebenfalls mit dem Magensafte zweier Hunde eine künstliche Verdauung versucht. Im ersten Versuche wurden 10 Grammen mit 3 Grammen gekochtem Rindfleisch, und 10 Grammen mit einem Würfel von der Rinde befreiten Brotes gemengt und in einem dritten Gefässe gleichviel Fleisch mit der innern Wand des Magens in Berührung in denselben eingewickelt. Ebenso verfuhren sie mit Brot und Magenhaut, endlich stellten sie ein gleiches Stück Fleisch mit Wasser, und ein gleiches Stück Brot mit Wasser zusammen. Sämmtliche Gefässe wurden einer Temperatur von 30—40° Cent. 8 Stunden lang ausgesetzt. Das Fleisch im Magensaft war auf der Oberfläche zu einem röthlichweissen, sehr weichen, leicht abzuschabenden Brei erweicht. Das Fleisch in der Magenhaut hatte keinen solchen Ueberzug, war höchstens ein wenig weicher als das mit reinem Wasser zusammengebrachte Fleisch, welches ganz hart und zähe war, ohne dass sich etwas Bemerkliches abschaben liess. Das Brot im Magensaft war in eine weiche, leicht abzuschabende, weissliche Masse verwandelt; fast eben so weich war das Brot in der Magenhaut geworden, während das Brot im Wasser weniger weich als das im Magensafte geworden war. In dem zweiten Versuch mit 62 Grammen Magensaft stellten sie in verschiedenen Gefässen Magensaft und rohes Rindfleisch, Magensaft und gekochtes Eiweiss, Wasser und Rindfleisch, Wasser und Eiweiss, Wasser mit 10 Tropfen destillirtem Essig und Rindfleisch, Wassser mit eben so viel Essig und Eiweiss zusammen. Die Temperatur war wie in dem vorigen Versuch, die Dauer 10 Stunden. Das Fleisch im Magensaft war oberflächlich sehr erweicht, so dass sich eine breiartige Materie abschaben liess, das Eiweiss im Magensaft war ebenfalls oberflächlich erweicht, und verhielt sich ungefähr eben so, wie das Eiweiss in dem Magen des Hundes, der mit geronnenem Eiweiss gefüttert war. Das Fleisch im Wasser war weisslich und ganz fest, während das im Magensaft blassroth geworden war; auch das Eiweiss im Wasser war ganz fest. Die an-

dern Stoffe im Essigwasser hatten gar keine Erweichung erlitten. Tiedemann und Gmelin a. a. O. p. 209. 210.

Von ganz besonderer Wichtigkeit sind nun die künstlichen Verdauungen von Beaumont, welche wir hier im Auszuge mittheilen.

*Erste Reihe. Exp.* 2. August 7. 1825. Beaumont gewann von dem Magensaft des St. Martin, nachdem derselbe 17 Stunden gefastet hatte, auf die früher beschriebene Weise 1 Unze. Darein legte er ein ganzes Stück gekochtes, frisch gesalzenes Rindfleisch von 3 Drachm., und setzte das Gefäss im Wasserbade einer Temperatur von 100° F. aus. In 40 Minuten hatte die Digestion deutlich auf der Oberfläche des Fleisches begonnen, nach 50 Minuten war die Flüssigkeit trüb geworden, die äussere Oberfläche begann sich zu zertheilen und lose zu werden; nach 2 Stunden war das Zellgewebe zerstört und die Muskelfasern lose und unzusammenhängend geworden; nach 6 Stunden waren sie fast alle gänzlich verdaut und nur wenige Fasern übrig geblieben, nach 10 Stunden war alles verdaut. Der im Anfange des Versuchs klare Magensaft setzte beim Stehen ein feines Sediment zu Boden. Zu gleicher Zeit mit diesem Versuch hatte Beaumont in den Magen des St. Martin ein kleines Stück Rindfleisch aufgehängt, welches nach 1 Stunde so wie in der künstlichen Verdauung verändert, nach 2 Stunden aber ganz verdaut war.

*Zweite Reihe. Exp.* 24. December 14. 1829. Beaumont gewann $1\frac{1}{2}$ Unzen Magensaft durch die äussere Oeffnung des Magens von St. Martin nach einem Fasten von 18 Stunden, und brachte diesen mit 12 Drachm. frisch gesalzenen, gekochten Rindfleisches zusammen, im Wasserbad von 100° F. Nach 6 Stunden war das Fleisch halb aufgelöst; nach 24 Stunden wog der trocken gequetschte Rest 5 Drachm. 2 Scrup. 8 Gr.

*Exp.* 25. 20 Minuten, nachdem St. Martin eine gewöhnliche Mahlzeit von gekochtem, gesalzenem Rindfleisch, Brot, Kartoffeln und Rüben mit einem Glas Wasser zu sich genommen hatte, gewann Beaumont durch die äussere Oeffnung ein Gefäss voll des Mageninhaltes, und setzte es einer Temperatur von 90—100° F. aus. Nach 5 Stunden fand sich nur ein geringer Unterschied zwischen der künstlichen und natürlichen Verdauung. Von ähnlichem Erfolge ist das Exp. 26.

Hier hatte St. Martin eine Mahlzeit von Brot, 8 Unzen frisch gesalzenen, magern Rindfleisches, 4 Unzen Kartoffeln und 4 Unzen gekochter Rüben zu sich genommen. Nach 45 Minuten nahm Beaumont einen Theil des Mageninhaltes heraus. Die Textur des Fleisches war in kleine weiche und pulpöse Fetzen aufgelöst, das Fluidum trüb und leimig; diese Materie wurde wie gewöhnlich erwärmt. Nach 2 Stunden vom Anfange des Versuchs nahm Beaumont eine neue Portion Nahrung heraus,. Diese verhielt sich in Hinsicht der fortgeschrittenen Verdauung fast eben so wie bei der künstlich fortgesetzten Verdauung: Bei der letztern waren fast alle Partikeln von Fleisch verschwunden und in ein röthlichbraunes Sediment verwandelt, während lockere, weisse Coagula an der Oberfläche der Flüssigkeit schwammen. Bei der zuletzt

34 *

herausgenommenen Portion wurde die künstliche Verdauung fortgesetzt. Nach 3 Stunden vom Anfange des Versuchs hatte die Verdauung in beiden Gefässen gleiche Fortschritte gemacht; am andern Morgen (der Versuch war um 3 Uhr Nachmittags begonnen) war alles verdaut bis auf einige Ueberbleibsel von Vegetabilien. Die Contenta der Gläser waren in dieser Zeit von der Consistenz einer dünnen Gallerte, von einer hellbraunen Farbe, salzigem und saurem Geschmack.

*Exp.* 27. März 17. 1830. St. Martin trank eine Pinte Milch; nach 15 Minuten nahm Beaumont eine Portion aus dem Magen, sie bestand aus blossem Gerinnsel und Milchwasser. Diese Portion wurde wie gewöhnlich erwärmt, und war nach 8 Stunden aufgelöst. Zur Zeit des Anfangs des Versuchs stellte Beaumont 1 Drachme Magensaft mit 2 Drachm. Milch der Temperatur von 100° F. aus. In 5 Minuten bildeten sich weisse Coagula, welche nach 15 Minuten denen des Magens glichen. Diese künstliche Verdauung gab dieselben Resultate wie die erste, und in derselben Zeit. 2 Drachm. Milch, die durch Weinessig coagulirt war, blieben 48 Stunden lang unverändert.

*Exp.* 31. März 9. 1831. Beaumont gewann aus dem leeren Magen des St. Martin 2 Unzen Magensaft, theilte diesen in zwei gleiche Theile, und legte in jeden eine gleiche Quantität Roastbeef: Den einen Theil erwärmte er im Wasserbade bei 99° F., den andern liess er an der offenen Luft bei 34° stehen. Dieselbe Quantität Fleisch that er in eine gleiche Quantität Wasser und liess sie unerwärmt stehen. 1 Stunde darauf hatte St. Martin sein Frühstück aus demselben Fleisch mit Zwieback, Butter und Kaffee geendet. Um 10 Uhr nahm Beaumont eine Portion theilweise verdauter Nahrung aus dem Magen und erwärmte sie wie gewöhnlich. Das Fleisch der künstlichen Verdauung und Wärme war in demselben Zustande wie das des Magens, das Fleisch des kalten Magensaftes war weniger verdaut, das Fleisch in dem blossen Wasser war nur macerirt, noch eben so wie nach dem Kauen. 2 Stunden 45 Minuten nach Anfang des Versuchs war in dem Magen alles verdaut und weggegangen. Da 6 Stunden nach dem Anfange des Versuches die Fleischstückchen in dem Magensafte halb verdaut, nicht weiter aufgelöst waren, so nahm Beaumont 12 Drachm. Magensaft aus dem leeren Magen des St. Martin, und setzte sie zu den künstlichen Verdauungen mit Magensaft, auch zu der Masse, die aus dem Magen genommen war. Darauf begann die Verdauung wieder und schritt regelmässig fort, aber schneller in der aus dem Magen genommenen Portion; in letzterer blieb indess ein solides Stück Fleisch, welches wahrscheinlich ungekaut verschlungen war, unaufgelöst. Die Gefässe mit kaltem Wasser und kaltem Magensaft waren 8 Stunden nach Anfang des Versuchs wenig verändert. Nach 24 Stunden zeigten die Portionen folgende Erscheinungen: Die eine Stunde nach dem Essen aus dem Magen genommene Portion war vollständig verdaut, und in eine dickliche, breiige Masse von röthlichbrauner Farbe, verwandelt, mit Ausnahme des ungekauten Stücks Fleich. Diese Portion hatte einen scharfen, ranzigen Geruch, und

war etwas bitter. Die Portion Magensaft mit Fleisch war sehr ähnlich der erstern, obgleich weniger vollkommen verdaut; sie war nicht so consistent, aber von demselben scharfen Geruch und bitterem Geschmack, zugleich empyreumatisch und schwach faulig riechend. Die kalten Portionen Fleisch und Magensaft, Fleisch und Wasser, glichen einander sehr, beide waren macerirt, aber nicht verdaut; kaum hatte der Magensaft etwas mehr als das Wasser eingewirkt. Dieser hatte übrigens einen eigenthümlichen Geschmack erhalten; seine Farbe war dunkelbraun, die wässrige Portion röthliehgrau. Ungefähr zur selben Zeit des andern Tages, nämlich eine Stunde später, als der Versuch am ersten Tage begonnen hatte, setzte Beaumont diese beiden Portionen dem Wasserbade aus, und behandelte sie so 24 Stunden. In der Portion im Magensaft schritt die Verdauung nun deutlich vor: das Fleisch verminderte sich, und eine dünne, kleisterartige Flüssigkeit bildete sich. Die wässrige Portion zeigte keine anderen Erscheinungen als die einer einfachen Maceration; gegen das Ende der letzten 24 Stunden begann die faule Fermentation.

*Dritte Reihe. Exp.* 15. December 15. 1832. Frühstück von Beefsteak, Brot und Kaffee; zur selben Zeit kaute St. Martin 4 Drachm. Beefsteak, welches in Magensaft, der vorher aus dem Magen genommen wurde, gelegt wurde. Zu einer andern gleichen Quantität Magensaft legte Beaumont ein gleiches Stück Fleisch, aber ungekaut: beide wurden wie gewöhnlich erwärmt, eben so eine gleiche Portion Fleisch mit einer Unze Wasser. Nach $2\frac{1}{2}$ Stunden war die Mahlzeit in dem Magen beinahe verdaut und mehr als die Hälfte schon fortgegangen; verglichen mit den künstlichen Verdauungen glich dieser Chymus beinahe dem gekauten Fleich und dem Magensaft, war aber mehr verdaut und dünner, und enthielt Oeltheilchen und Brot. Das ungekaute Fleisch war nicht so dick und gelatinös, von dunklerer Farbe; das Stück Fleisch war nicht sehr verkleinert, die Oberfläche nur ein wenig zerstört, erweicht und mit einer grauen Haut bedeckt. Die wässerige Portion hatte keine oder wenig Veränderung erfahren. Die künstlichen Verdauungen wurden 24 Stunden fortgesetzt: die aus dem Magen genommene Portion blieb fast in demselben Zustande. Der Magensaft mit gekautem Fleisch stellte eine dicke, breiige, halbflüssige Masse mit einigen deutlichen Fleischfibern dar, welche auf den Boden einer gelblich-molkigen Flüssigkeit sanken. Das Fleisch im Wasser hatte keine andere Veränderung als anfangende Fäulniss erfahren. Das ungekaute Fleisch im Magensaft war ungefähr um die Hälfte vermindert, der Rückstand locker und weich; das Fluidum war trübe mit einem feinen braunen Sediment wie in der gekauten Portion.

*Exp.* 23. December 21. Magen nicht ganz wohl, an verschiedenen Stellen mit kleinen, tief rothen Flecken. Beaumont gewann 4 Drachm. Magensaft mit gelber Galle gefärbt, worein $1\frac{1}{2}$ Scrup. gekautes, gekochtes Hühnerfleisch und $\frac{1}{2}$ Scrupel Brot gelegt wurden, das Gefäss wurde in die Achselhöhle gebracht; eine gleiche Mixtur reines Wasser und Speise wurde eben so placirt. Zu derselben Zeit frühstückte St. Martin von derselben Nahrung; nach

$4\frac{1}{2}$ Stunden war der Magen leer. Die gekaute Portion im Magensaft war nach 6 Stunden bis auf einige wenige Fibern ganz verdaut, die Portion in Wasser unverändert. Nach der Filtration auf dünnem Mousselin und nach Abtrocknung in Papier wog das Unverdaute in dem Magensaft 15 Gr., das im Wasser 40 Gr.

*Exp.* 28. December 27. Nachdem Beaumont eine Unze Magensaft gewonnen, frühstückte St. Martin 3 Unzen gebratenes Hammelfleisch, 4 Unzen Brot und eine Pinte Kaffee. Von derselben Nahrung brachte Beaumont 2 Drachm. wohlgekaut in die Unze Magensaft, dieselbe Quantität gekaut in eine Unze Wasser, und brachte die Flaschen in die Achselhöhle, später ins Wasserbad von 96—100° F. 3 Stunden nach dem Frühstück war der Magen beinahe leer, so dass man eben noch 1 Unze Chymus zur Vergleichung gewann. Die Speise in dem Magensaft löste sich zur Hälfte auf, die im Wasser veränderte sich nicht. Die Flüssigkeit der erstern war röthlichgrau, die der letztern durchsichtig. Am andern Tage setzte Beaumont zu der Portion mit Magensaft aufs neue 2 Drachm. frischen Magensaftes, und brachte die beiden Gläser wieder in die Achselhöhle; nach 10 Stunden war die Verdauung in dem Magensaft vorgeschritten. Das filtrirte Sediment wurde so trocken gepresst, als es hineingebracht war: Es wog 45 Gr., so dass also 1 Drachme und 15 Gr. aufgelöst waren. Die Flüssigkeit war haferschleimartig, milchicht, die Portion im Wasser blieb unverändert und wog filtrirt und gepresst 1 Drachme und 45 Gr.

*Exp.* 33. Januar 1. 1833. Beaumont nahm $\frac{1}{2}$ Unze Magensaft aus dem gesunden, reinen Magen des St. Martin, legte um 9 Uhr die eine Hälfte von 2 Scrupeln gesalzenen, magern, gekochten Rindfleisches, sehr fein zerschnitten, in die halbe Unze Magensaft, die andere Hälfte in $\frac{1}{2}$ Unze reines Wasser; beides nahm er in die Achselhöhle. Zur selben Zeit frühstückte St. Martin 2 Unzen gekochten, gesalzenen, magern Rindfleisches, Brot und eine Pinte Kaffee. Um 12 Uhr nahm Beaumont 1 Unze des nicht ganz verdauten Inhaltes aus dem Magen, wovon hauptsächlich das Brot als Brei zurückgeblieben war. Die Speisetheilchen mit dem Magensaft im Glase erschienen nicht so vollständig aufgelöst, als die im Magen, der etwa zur Hälfte leer war. Um 1 Uhr der Magen leer und rein. Am 3. Januar Vormittags 8 Uhr fügte er 1 Drachme frischen Magensaft zu dem zerschnittenen Fleisch im Glase mit Magensaft, und zugleich 1 Drachme Wasser zu dem im Wasser digerirten Fleisch, und brachte beide Gläser in die Achselhöhle. Am 4. war das Rindfleisch noch nicht vollständig aufgelöst, wesshalb noch 2 Drachm. frischen Magensaftes hinzugefügt wurden; zu der Digestion im Wasser wurden zugleich 2 Drachm. Wasser zugesetzt. Sie wurden im Wasserbad oder in der Achselhöhle gehalten. Die Digestion mit Wasser fing nun an sehr übel zu riechen. Am 5. um 8 Uhr waren die Stoffe im Magensaft gänzlich aufgelöst, und ein feines, röthlichgraues Sediment war aus einer undurchsichtigen, graulichweissen Flüssigkeit mit einem graulichweissen Häutchen auf der Oberfläche zu Boden gefallen. Die wässrige Digestion war

noch stinkender geworden; die Speisen waren eben so, wie man sie zuerst hineingelegt hatte, nur ein wenig macerirt und mehr entfärbt (die Flüssigkeit durchscheinend, aber dunkler und ein wenig grünlich); kein Zeichen von Lösung. Am 10. waren die Contenta der wässrigen Digestion ganz stinkend; die Digestion mit Magensaft vollkommen wohlriechend und mild.

*Exp.* 48. Am 8. Januar. $\frac{1}{2}$ Unze Magensaft wurde ohne Schwierigkeit herausgenommen. In zwei gleiche Theile getheilt, brachte sie Beaumont in besondere Gläser; in ein drittes goss er 2 Drachm. einfaches Wasser. Zu jedem der 3 Gläser that er ein einzelnes Stück Schöpsenherz von 11 Gr. Ein Glas mit Magensaft und Herz brachte er in die Achselhöhle, das andere zugleich mit dem Wasserglase stellte er unter ziemlich häufigem Umschütteln an einen kühlen Ort von ungefähr 46° Fahr. Um 7 Uhr Nachmittags war das Stück im warmen Magensafte halb verdaut; die Flüssigkeit undurchsichtig röthlichbraun; das Herz im kalten Magensafte sehr wenig angegriffen, an der Oberfläche mit einer dünnen, glutinösen Schicht bedeckt und die Flüssigkeit ein wenig trübe. Das Stück im Wasser war nicht im Mindesten afficirt, und das Wasser war vollkommen durchsichtig, als wäre es eben eingegossen. Am 9. Januar 9 Uhr Vormittags zeigten die 3 Muskelstückchen folgende Resultate: das im warmen Magensafte, als es herausgenommen und eben so trocken gemacht war, wie beim ersten Hineinlegen, wog $7\frac{1}{2}$ Gr.; das im kalten Magensaft, eben so behandelt, wog $12\frac{1}{2}$ Gr., indem es durch Einsaugung des Magensaftes $1\frac{1}{2}$ Gr. gewonnen hatte; das im einfachen Wasser wog 11 Gr., hatte also weder etwas verloren, noch etwas gewonnen. Die im ersten Glase zurückgebliebenen $3\frac{1}{2}$ Gran waren in einem ganzen Stücke von derselben Form, wie es zuerst hineingelegt war, aber sehr zart und weich und kaum im Stande, den hinreichenden Druck beim Aufheben mit den Fingern zu ertragen; sie waren ein vollständiger Brei. Das Muskelstück im zweiten Glase hatte im Umfange ein wenig zugenommen, erschien geschwollen, zart, schleimig und weich, hatte aber noch hinreichende Stärke des Gewebes, um einem beträchtlichen Druck beim Aufheben zu widerstehen. Es war nicht aufgelöst. Das Stück im Wasser behielt seine Festigkeit und war unverändert, wenn man einige Blässe der Oberfläche durch die Maceration abrechnet. Am 10. Januar Morgens 8 Uhr zeigten sich folgende Erscheinungen: Das erste Stück in dem warmen Magensafte wog $1\frac{1}{2}$ Gr., indem es in 23 Stunden nur 2 Gr. verloren hatte; es hatte dieselbe Form und ungefähr dieselbe Consistenz wie gestern. Ein röthlichbraunes Sediment war auf dem Boden der molkenfarbigen Flüssigkeit. Das zweite Stück im kalten Magensafte wog etwas über 9 Gran, hatte also etwa $3\frac{1}{2}$ Gran verloren; das im Wasser war unverändert und wog immer noch 11 Gran Am 10. goss Beaumont in das Glas mit dem warmen Magensaft und Muskelfleisch $\frac{1}{4}$ Drachme frischen, eben herausgenommenen Magensaft, nahm es wieder in die Achselhöhle auf, und in 5 Stunden war der Inhalt bis zu einer kaum bemerkbaren Spur aufgelöst.

Das Muskelstück im kalten Magensafte, in der Temperatur zwischen 50—60° F. bis zum 11. Morgens 9 Uhr erhalten, wog 7 Gr., hatte dieselbe Form, wie gestern, und dieselbe Textur. Die Flüssigkeit war mehr undurchsichtig und milchicht geworden, und der Bodensatz vermehrt.

Das Stück im Wasser hatte sich nicht verändert und wog genau noch 11 Gran. Um 9 Uhr Vormittags diese zwei Gläser in die Achselhöhle. Abends 9 Uhr war der Rest des Muskelkelstückes in dem am Morgen in die Achselhöhle gebrachten Glase mit Magensaft fast ganz gelöst, indem nur 1 Gr. als zarter Brei zurückblieb.

Das Muskelstück im Wasser blieb unverändert, und wog gerade so viel als zuerst; aber es begann einen heftig stinkenden Geruch zu verbreiten, und in wenig Tagen wurde es sehr faulig. Es wurde jedoch seine erste Beschaffenheit durch 3 Drachm. frischen Magensaftes, den er am 21. hinzugoss, fast ganz wieder hergestellt. Als es ins Wasserbad gestellt, zu digeriren und bald darauf zu chymificiren begann, verlor es seinen stinkenden Geruch und erlangte einen stark sauren, oder vielmehr scharfen Geschmack.

*Exp.* 58. Januar 11. Beaumont brachte 15 Gran rohen Beefsteaks in kleinen Stücken in 3 Drachm. Magensaft, 15 Gr. gebratenes Beefsteak in 3 andere Drachm. Magensaft, und eine gleiche Quantität gebratenes Beefsteak in 3 Drachm. Speichel. Diese Gefässe wurden abwechselnd theils in die Achselhöhle, theils ins Wasserbad gebracht. Nach 2 Stunden zeigte der Speichel nichts als einfache Maceration, die anderen 2 Gefässe zeigten beträchtliche Verminderung und theilweise Auflösung des Fleisches. Nach 4 Stunden zeigte die Speichelportion auch keine Veränderung. Eben so Exp. 60.

Auf diese Art sind von Beaumont noch eine Menge künstlicher Verdauungen angestellt, wie in den Exp. 66. 78. 84. 85. 86. 95. (Magensaft und Kartoffeln) 96. 101. 104. 105. 106. 109. 110. 111. 112. (Magensaft und Käse) 115. Im Allgemeinen fand immer derselbe Erfolg statt. Der Magensaft zeigte sich als Lösungsmittel für die verschiedensten Speisen. Was die Glaubwürdigkeit des Verfassers betrifft, so ist zu erwähnen, dass derselbe zufällige Erscheinungen bei den Versuchen immer mit grosser Gewissenhaftigkeit angiebt, und dass er sich auf das Interesse mehrerer Gelehrten, Silliman, Knight, Yves, Hubbard, Dunglisson, Sewall, Jones, Henderson an diesen Versuchen bezieht. Es ist also nach diesen Versuchen nicht entfernterweise zweifelhaft, dass der Magensaft wirklich in und ausser dem Körper ein Lösungsmittel organischer Substanzen ist.

*Dritte Frage.* Sind die lösenden Principien im Magensafte Säuren oder andere unbekannte Stoffe?

Tiedemann und Gmelin sind vorzüglich die Urheber der Theorie, dass die Auflösung der Speisen durch die im Magensafte vorgefundenen Säuren, also durch Essigsäure und Salzsäure geschehe.

Um die auflösende Wirkung der im Magen vorkommenden Säuren auf einige nicht im Wasser lösliche organische Stoffe ken-

nen zu lernen, stellten sie diese Säuren mit thierischen Substanzen bei ungefähr 10° C. einige Wochen zusammen.

Die aufzulösenden Stoffe waren:

1. Faserstoff aus dem Blute der Kälber.
2. Faserstoff aus dem Blute der Ochsen.
3. Faserstoff aus dem Blute der Pferde.
4. Die Haut dicker Venenstämme von einem Pferde.
5. Die Haut dicker Arterienstämme von einem Pferde.
6. Hart gekochtes Hühnereiweiss.
7. Darmschleim aus dem Dünndarm eines Hundes.
8. Darmschleim aus dem Dünndarm eines Pferdes.

Ueberall waren die Gewichtsverhältnisse, wobei diese Materieen in feuchtem Zustande bestimmt wurden, die Temperatur und die Zeit dieselben.

*Essigsäure.*

1., 2. und 4. absorbirte sämmtliche Essigsäure und schwoll damit zu einer durchscheinenden Masse auf, die sich beim Erwärmen mit einer neuen Menge von Säure völlig löste.

Bei 3., 5. und 6. blieb wenig flüssige Säure, welche durch Galläpfeltinctur und blausaures Eisenkali stark gefällt wurde. Der aufgequollene Rückstand von 3. und 5., mit mehr Säure erwärmt, wurde noch gallertartiger und löste sich grösstentheils auf; der von 6. war minder aufgequollen und veränderte sich auch in der Wärme weniger.

Der Schleim 7. und 8. blieb in der kalten Essigsäure ziemlich unverändert, so dass sich diese mit Galläpfeltinctur nicht deutlich trübte; doch löste er sich beim Erhitzen mit frischer Essigsäure grösstentheils auf.

*Salzsäure.*

Die kalte Salzsäure hatte, nach der Wirkung der Galläpfeltinctur zu urtheilen, von den Materien 1. bis 6. sehr viel, vom Schleim 7. und 8. nur wenig gelöst. Tiedemann und Gmelin a. a. O. p. 332.

Beaumont hat auch mehrere Versuche über künstliche Auflösung der Nahrungsmittel durch Säuren, und zwar im Vergleich mit gleichzeitigen Versuchen mit Magensaft, angestellt.

*Vierte Reihe. Exp.* 46. Beaumont nahm 3 Gläser, goss in das erste 2 Drachm. Magensaft, in das zweite 2 Drachm. gewöhnlichen Weinessig, und in das dritte 2 Drachmen Wasser, und fügte jedem einzelnen 10 Gr. frisches Eiweiss hinzu.

Diese drei Gläser in die Achselhöhle genommen und 2 Stunden lang geschüttelt, zeigten Folgendes: Die Gerinnsel im Magensafte waren halb gelöst und die Flüssigkeit milchicht; die im Weinessig und Wasser blieben dieselben, und ihre Flüssigkeit unverändert. In 5 Stunden war das Eiweiss im Magensaft vollständig aufgelöst und die Flüssigkeit mehr undurchsichtig und weiss; in den beiden anderen Gläsern zeigte sich dasselbe, wie bei der letzten Besichtigung; die Gerinnsel im Weinessig wogen herausgenommen 9 Gr., die im Wasser waren zu lose und schäumig, als dass sie hätten herausgenommen und gewogen werden können.

*Dritte Reihe. Exp.* 115. Beaumont machte verdünnte Salz-

säure in Stärke und Geschmack dem Magensafte so ähnlich als möglich, und nahm davon 3 Drachm., vermischte sie mit 1 Drachm. bis zu fast demselben Geschmack verdünnter Essigsäure, und goss das Gemisch auf 1 Scrup. fein geschnittenes, gebratenes Rindfleisch. Dieselbe Quantität eben so zubereitetes Fleisch legte er in 4 Drachm. Magensaft. Nachdem beide Gefässe $6\frac{3}{4}$ Stunden im Bade gestanden, dann herausgenommen und filtrirt worden, wog das im Magensafte gewesene Fleisch nur 2 Gr., wogegen das in den Säuren digerirte sich nicht aufgelöst, sondern nur sein fibröses Gefüge verloren hatte, indem es eine zitternde, gallertartige Masse bildete, die zu zäh war, um durchs Filtrum zu gehen, und mehr als beim Hineinlegen in die Säuren wog. Zugleich erschien es nicht dem Chymus ähnlich, noch dem im Magensafte digerirten Fleisch. Nach abermaliger achtstündiger Digestion im Bade war das Fleisch in den Säuren fast ganz aufgelöst, und liess, wenn es durchs Filtrum lief, nur eine sehr geringe Menge der gallertartigen Substanz zurück, die bei der ersten Untersuchung so häufig war. Die Flüssigkeit war nun der durch Digestion des Fleisches mit dem Magensaft erzeugten ähnlicher, obgleich nicht durchaus gleichartig, indem letztere, undurchsichtig und von weisslichgrauer Farbe, ein dunkelbraunes Sediment beim Stehen zeigte, während die der sauren Digestion ebenfalls undurchsichtig, aber von röthlichbrauner Farbe war und kein Sediment absetzte.

Zwei Drachmen Galläpfelinfusion bewirkten in der Digestion mit Magensaft einen feinen, röthlichbraunen Niederschlag, indem die Flüssigkeit dieselbe Farbe annahm. In der Digestion mit den Säuren brachten die 2 Drachm. Galläpfelinfusion einen viel copiöseren Niederschlag hervor, worüber eine klarere und dünnere Flüssigkeit von weisslicher, fast durchsichtiger Farbe stand.

*Exp.* 104. Um 9 Uhr Vormittags nahm Beaumont 40 Gr. gekautes, gekochtes Rindfleisch, theilte es in 2 gleiche Theile, legte den einen in 4 Drachm. Magensaft und den andern in 4 Drachm. einer Mischung aus 3 Theilen verdünnter Salzsäure, und 1 Theil verdünnter Essigsäure, die durch zugesetztes Wasser dem Magensaft an Geschmack so ähnlich als möglich gemacht war, und stellte beide Gläser ins Bad. Um 6 Uhr des Abends war im Magensaft alles aufgelöst; die Digestion mit den Säuren liess bei dem Durchseihen 9 Gr. Rückstand von gallertartiger Consistenz. Die Flüssigkeit der Digestion mit Magensaft war undurchsichtig hellgrau, und liess beim Stehen ein braunes Sediment fallen; die andere war ebenfalls undurchsichtig, aber röthlichbraun, und zeigte kein Sediment.

*Exp.* 105. Früh 9 Uhr nahm Beaumont 40 Gr. reine trockne Ichthyocolla, theilte sie in 2 gleiche Theile, legte den einen in 4 Drachmen einer Mischung von Esssigsäure und Salzsäure, in derselben Art wie im Experiment 104 bereitet, den andern in 4 Drachmen Magensaft, und stellte beide ins Bad. Um 6 Uhr Abends war die Ichthyocolla im Magensafte ganz aufgelöst, die in den verdünnten Säuren liess 3 Gran Rückstand von gallertartiger Consistenz auf dem Filtrum. Die Flüssigkeit in der Mischung

von Magensaft war undurchsichtig weisslich, mit wenigem feinem Sediment von brauner Farbe, die von den Säuren ebenfalls undurchsichtig, aber von röthlichbrauner Farbe, dünner, schleimiger Consistenz und ohne Sediment. Als er zu letzterer 1 Drachm. Galläpfelinfusum zugoss, entstand sogleich eine reichliche rahmähnliche Flüssigkeit, und langsam fiel ein zartes compactes Sediment zu Boden. Als eben so viel Galläpfelinfusum zu den Säuren gesetzt war, bildete unmittelbar darauf die ganze Masse ein grobes, braunes Coagulum, das nach einigem Ruhigstehen ein häufiges, loses, bräunliches Sediment, und eine hellgefärbte, durch Stehen weiss und milchig werdende Flüssigkeit sich abscheiden liess; das Sediment wurde compact und blieb so.

Die Präcipitate, nach Hinzufügen des Galläpfelinfusum herausgenommen und filtrirt, wogen: Das aus dem Magensaft 18 Gr., das aus den Säuren 40 Gr., indem der Gewichtsunterschied ungefähr gleich war der hineingelegten Gelatina.

*Exp.* 106. Am folgenden Tage früh 9 Uhr wurde ganz dasselbe Experiment (105) wiederholt. Nachmittags 15 Minuten nach 3 Uhr war im Magensaft alles bis auf eine Kleinigkeit aufgelöst, in den Säuren fast eben so, nur blieben 6 Gr. gallertartige Substanz auf dem Filtrum zurück. Die Flüssigkeit im Magensaft hatte eine blaulichweisse Farbe, und die andere eine gelbliche wie trockene Gelatina. Um 6 Uhr war in den Säuren die Gelatina aufgelöst, und die überstehende Flüssigkeit in beiden Gefässen sehr ähnlich.

Eine Drachme Galläpfelinfusum, beiden Mischungen hinzugefügt, bildete sogleich lose hellgefärbte Coagula in beiden. Aus dem Magensaftgemisch fiel ein compactes Sediment zu Boden, worüber eine undurchsichtige, milchichte Flüssigkeit stand. Die groben Coagula in dem Säuregemisch blieben lange Zeit durch die ganze Flüssigkeit suspendirt und fielen allmählig nieder. Nach 48 Stunden waren beide Niederschläge am Boden zu einer compacten Masse geworden, und zeigten deutliche Theilchen von ganz ungelöster Gelatina, mit einer schmutzigweiss gefärbten, quarkähnlichen Substanz vermischt.

*Exp.* 96. Nachmittags 3 Uhr nahm Beaumont 2 gleiche Theile, jeden zu 2 Drachm., Speichel, machte sie säuerlich, den einen mit Essigsäure, den andern mit Salzsäure, bis sie ungefähr den Geschmack des Magensaftes angenommen hatten, und legte darauf in jedes Glas 2 Stückchen Pastinake und 2 Stückchen Moorrübe, von beiden je eins gekocht und das andere roh; jedes wog 10 Gr. Nun wurden beide Gefässe ins Bad gebracht. Den folgenden Tag 3 Uhr Nachmittags hatte die Moorübe im Speichel mit Salzsäure nichts an Gewicht verloren; die Pastinake nur 2 Gr. In der Essigsäure waren beiderlei Wurzeln unverändert. Beide Flüssigkeiten waren in ihren bemerkbaren Eigenschaften und Erscheinungen dieselben geblieben. Nachdem sie noch 24 Stunden unter häufigen Bewegungen im Bade gehalten worden, hatte die Pastinake 4 Gr. und die Moorrübe nichts an Gewicht verloren in der Salzsäuremischung. Die Pastinake in der Essigsäure hatte 6 Gr. und die Moorrübe 4 Gr. verloren, aber es

schien mehr durch Maceration als durch Auflösung wie bei der Verdauung geschehen zu seyn.

Er mischte nun alles zusammen und hielt es noch 24 Stunden im Bade, wo dann der ganze vegetabilische Ueberbleibsel 12 Gr. wog. Die Flüssigkeit erschien jetzt ein wenig chymusartiger und mehr trübe.

Um die Richtigkeit der Theorie von Tiedemann und Gmelin, dass das auflösende Princip des Magensaftes die Säure desselben sey, zu prüfen, habe ich auch schon längst einige Versuche gemacht. Ich legte Stückchen Fleisch von einigen Gran und kleine Würfel von geronnenem Eiweiss in gleiche Quantitäten sehr verdünnter Salzsäure, Essigsäure, Weinsteinsäure und Kleesäure. Obgleich sich nun bald aus der Flüssigkeit ein Theil des aufgelösten Stoffes mit den gewöhnlichen Reagentien niederschlagen liess, indem eine Trübung entstand, so zeigte sich doch die Hauptmasse Fleisch und Eiweiss von einigen Gran selbst nach mehreren Tagen durchaus nicht merklich verändert, ja es behielten sogar die kleinen Würfelchen von Eiweiss Wochen lang ihre Ecken und Kanten. In der Digestionswärme wird auch nicht viel mehr auf diese Art aufgelöst. Unter jenen Säuren schien die Kleesäure, die für den menschlichen Körper schon in kleinen Quantitäten bekanntlich ein Gift ist, am stärksten zu wirken. Das Menstruum wurde nach einiger Zeit trübe und es setzte sich auch ein weisslicher Satz sparsam zu Boden; aber an dem Fleischstückchen und dem Eiweiss zeigte sich doch keine merkliche Veränderung. Leider habe ich die Versuche noch nicht mit Milchsäure anstellen können. Zur selbigen Zeit setzte ich ein Gläschen mit verdünnter Essigsäure und kleinen Fleischstückchen 24 Stunden dem Strom einer starken galv. Säule aus; dasselbe wurde mit Kochsalzauflösung versucht; aber auch jetzt zeigte sich keine irgend merklich verstärkte Auflösung. So gross die Auflösungskraft der Säuren für mineralische Substanzen ist, so gering ist sie für organische Substanzen, und bedenkt man, dass verdünnte oder selbst concentrirte Säuren ein kleines Stückchen Fleisch oder Eiweiss von einigen Granen in vielen Tagen nicht ganz aufzulösen vermögen, so verliert die scheinbar so einfache Theorie von Tiedemann und Gmelin von der Auflösung der Nahrungsmittel durch die Säure des Magensaftes alle Wahrscheinlichkeit, die sie ohnehin für diejenigen nicht haben konnte, welche die so häufige Gleichzeitigkeit von Indigestion mit verstärkter Säurebildung erwogen haben. Obgleich ich daher nach den Versuchen von Beaumont die Auflösung der Nahrungsstoffe durch den Magensaft zugeben muss, so muss ich gleichwohl behaupten, dass weder die Untersuchungen von Tiedemamn und Gmelin, noch die von Beaumont, noch von irgend jemand über das wirksame, auflösende Princip im Magensaft Aufschluss gegeben haben, und dass wir dieses Princip nicht kennen. Diess ist dasselbe Glaubensbekenntniss, welches bereits Berzelius vor längerer Zeit und vor der Erscheinung der Untersuchungen ven Tiedemann und Gmelin abgegeben hat. Wenn gleich die Milchsäure noch nicht in Hinsicht ihrer auflösenden Fähigkeit für organische Stoffe untersueht ist, so ist es doch nicht

wahrscheinlich, dass sie sich sehr von Essigsäure in dieser Beziehung unterscheiden wird. Alles überzeugt uns daher, dass das wirksame Princip im Magensaft ein noch unbekannter organischer Stoff ist, der auf dieselbe Art wirkt, wie die Diastase auf das Stärkmehl, indem es dasselbe auflöst. Ich erwähne übrigens die Diastase hier bloss des Beispiels wegen. Bis jetzt ist keine organische Substanz bekannt, welche Fleisch oder Eiweiss aufzulösen im Stande wäre.

Noch in einer andern Angelegenheit muss ich meinen Unglauben bekennen; diess betrifft die Fähigkeit der Electricität, die Wirkung des Nervus vagus bei der Verdauung zu ersetzen. Nach der Durchschneidung des Nervus vagus auf beiden Seiten hört die Verdauung grösstentheils auf. Vergl oben pag. 337. Blainville sah bei Tauben, dass die Wicken, die sie genossen, nach jener Operation in ihrem Kropfe unverändert geblieben, und dass ihre Chymification ganz aufgehoben war. Diesen Erfolg haben auch Legallois, Dupuy, Wilson Philip, Clarke, Abel, Hastings gehabt. Dagegen sahen Broughton, Magendie, Leuret und Lassaigne die Verdauung nach der Durchschneidung des N. vagus fortdauern. Mayer (Tiedemann's *Zeitschrift* 2. 1.) beobachtete auch noch einige Fortdauer der Verdauung und saure Reaction des Chymus wenigstens bei den Kaninchen. Brachet (*recherches sur les fonct. du syst. gangl. Paris* 1830.) sah die Speisen, wo sie die Magenwände berühren, in allen Versuchen durch Chymification verändert. Da sich bei Säugethieren wegen des meist bald erfolgenden Todes nicht mit voller Sicherheit über diesen Gegenstand entscheiden lässt, so habe ich mit Herrn Dr. Dieckhof mehrere Versuche an Vögeln, namentlich Gänsen, angestellt; nachdem diese Thiere 48 Stunden gefastet, wurden sie mit Hafer gefüttert. Jedesmal wurden 2 Thiere zugleich zum Experiment genommen. Nur dem einen wurde der N. vagus auf beiden Seiten durchschnitten, das andere blieb zur Vergleichung im unversehrten Zustande. Nach dem Tode des ersten, der innerhalb 5 Tagen erfolgte, wurde auch das zweite getödtet. In letzterem war der Kropf meist leer, im ersteren immer ganz voll von Hafer, im Muskelmagen fanden sich einige Körner, zum Theil zermalmt. Die Magenflüssigkeit reagirte sauer, nicht so sauer als im gesunden Thier. Hieraus kann man schliessen, dass die Verdauung nach jener Operation grösstentheils, aber doch nicht ganz aufhört. Tiedemann sah zwar nach der Durchschneidung der beiden N. vagi bei einem Hunde, dass das Erbrochene so wenig sauer als der Magenschleim reagirte, und auch in Mayer's Versuchen reagirte der Chymus bei Katzen und Hunden nicht sauer, aber diese Reaction sahe Mayer bei den Kaninchen nach der Operation, und ich habe sie in den mit Dieckhof angestellten Versuchen niemals fehlen gesehen, obgleich sie weniger stark als im gesunden Zustande ist. Nun hat Wilson behauptet, dass man die Verdauung vermittelst eines electrischen Stromes durch den Nervus vagus wiederherstellen könne, so zwar, dass man den einen Pol der Säule auf den Nervus vagus, den andern auf die mit Zinnfolie belegte Regio epigastrica applicire. Breschet und

Vavasseur haben diese Versuche wiederholt. Sie fanden: die einfache Durchschneidung der Nervi vagi ohne Substanzverlust hebe den Verdauungsprocess nicht ganz auf, wohl aber die Durchschneidung mit Substanzverlust. Froriep's *Not.* 6. 264. Diese Versuche haben gewiss wenig oder gar keine Beweiskraft, wegen der innern Unwahrscheinlichkeit dieser Resultate; denn immer ist ein Nerve gelähmt und bleibt es für eine sehr lange Zeit, mag man ihn mit oder ohne Substanzverlust durchschnitten haben, und man muss von der Vorstellung einer in den Nerven wirkenden electrischen Kraft sehr eingenommen seyn, wenn man den durch alle Facta widerlegten Glauben hat, die gegenseitige Berührung der durchschnittenen Nerven stelle die Leitung des Nervenprincips her. Nun behaupten sie ferner, dass man mittelst der Electricität, indem ein electrischer Strom durch die getrennten Stücke geleitet werde, die Verdauung ganz wiederherstellen könne. Sie rechnen hierbei auf die verstärkten Bewegungen des Magens. Später haben Breschet und Edwards (*Archiv. gén. de med. Févr.* 1828) jene Ansicht reformirt; sie haben als Resultate neuer Versuche angegeben, dass die Durchschneidung der N. vagi die Chymification verlangsame, ohne sie ganz aufzuheben, dass die Verlangsamung von der Lähmung der Speiseröhre abhänge, dass diese auch die Ursache des in jenen Fällen stattfindenden Erbrechens sey, dass die Wiederherstellung der Chymification durch electrischen Strom nicht von der Electricität, sondern von der dadurch bewirkten Reizung der N. vagi abhänge, indem mechanische Reizung des untern Endes des Nerven dieselbe vollkommene Wiederherstellung der Verdauung wie die Electricität bewirke, insofern die Bewegung des Magens dadurch wiederhergestellt werde. Auch in den Resultaten dieser zweiten Reihe von Versuchen liegen innere Unwahrscheinlichkeiten; denn durch Reizung des N. vagus kann man, wie ich schon öfter aus Erfahrung anführte, die Bewegung des Magens nicht im geringsten verändern. Vergl. p. 489. Würden die Verfasser ihre Versuche nur länger fortgesetzt haben, so würden diese Widersprüche sich wohl gehoben haben; sie würden vielleicht gesehen haben, dass weder der mechanische noch der electrische Reiz an den N. vagi irgend eine Veränderung der Verdauung bewirkt, dass sich die Thiere gleich verhalten, mag man diese Reize anbringen oder nicht anbringen, wie wir es in unseren Versuchen gesehen haben. Ich habe mit Herrn Dr. Dickhof eine ganze Reihe von Versuchen an Kaninchen angestellt, weil ich längst an der Richtigkeit der so bekannt gewordenen Wilson'schen Versuche über die Identität des Nervenfluidums und der Electricität zweifelte. Jedesmal wurden 3 Kaninchen zu gleicher Zeit zum Versuch gezogen. Alle 3 wurden 48 Stunden hungern gelassen, sie wurden dann mit Kohl gefüttert. Das erste wurde hierauf unversehrt gelassen, dem zweiten wurden beide N. vagi einfach durchschnitten; bei dem dritten geschah nicht allein das Letztere, sondern es wurde auch 7 bis 8 Stunden lang ein galvanischer Strom durch die Nerven auf die von Wilson angegebene Art geleitet. Nach dem Tode des galvanisirten Kaninchens oder des

zweiten mit durchschnittenem N. vagus wurden auch die anderen getödtet. Das unversehrte Kaninchen hatte jedesmal ganz chymificirt; das Futter war bis auf den unauflöslichen, ziemlich trockenen Rückstand extrahirt; bei den beiden andern war das Futter fast ganz in demselben Zustande: einmal war das Futter des galvanisirten Kaninchens etwas weniger verdaut, mehrmal waren beide ganz gleich und mehreremal war das nicht galvanisirte vielleicht, aber kaum etwas weniger verändert als das galvanisirte. Eben so gross ist mein Unglaube an die Versuche von Matteucci, der eine künstliche Verdauung aus Fleisch mit Kochsalz, unter Einwirkung der Electricität, bewirkt haben will. Froriep's *Not.* 867. Sich stützend auf die Versuche von Wilson stellt sich Matteucci die saure Reaction des Magens als durch einen positiv-electrischen Zustand dieses Eingeweides hervorgebracht, vor. Er nahm ein Stück gekochtes Fleisch, that Wasser, Kochsalz und kohlensäuerliches Natron hinzu, erhielt diese Mischung lange Zeit in einer gehörigen Wärme, indem er sie dabei immerfort zerrieb, bis sie in eine breiige Masse verwandelt war, der ähnlich, welche man durch das Kauen erhält. Diesen Brei brachte er in eine mit einer Auflösung von Kochsalz befeuchtete Blase, und setzte mit dieser die Pole einer aus 18—20 Plattenpaaren bestehenden Säule in Verbindung. Längs den Wänden der Blase, besonders um dem positiven Draht, habe sich eine weissliche, dichte, saure, von Blasen von Oxygengas ausgedehnte Schicht gebildet. Diese Substanz sey flockig gewesen, und sey nach der Auflösung in Wasser erhitzt geronnen. Nachdem ich schon längst mich vergeblich bemüht hatte, Fleischstückchen in Säure oder Kochsalz mit Hülfe eines electrischen Stroms aufzulösen, mussten mir diese Resultate sehr unwahrscheinlich vorkommen. Ich habe den Versuch von Matteucci mit Dr. Dieckhof wiederholt; wir brachten von demselben Brei von Fleischstückchen mit Kochsalz und kohlensäuerlichem Natron 2 Portionen in verschiedene Blasen; nur die eine wurde galvanisirt, die andere wurde sich selbst überlassen. Nach Beendigung des Versuchs zeigte sich kein irgend bemerklicher Unterschied in beiden Flüssigkeiten.

*c. Veränderung des Speisebreies im Dünndarm.*

Wir greifen hier den Faden der klassischen Untersuchungen von Tiedemann und Gmelin wieder auf; denn sie enthalten auch hier das einzige Sichere, was wir über die Veränderungen des Chymus wissen. Der Chymus des Duodenums reagirt sauer. Sein Reiz auf die Darmwände, der sich auf den Ductus choledochus und die Gallenwege überhaupt fortpflanzt, hat Ergiessung von Galle und Succus pancreaticus zur Folge; wenigstens hat Tiedemann die Gallenblase, bei Thieren, während der Verdauung fast leer gefunden. In den Contentis des Dünndarms liess sich nach Fütterung mit Leim dieser nicht mehr erkennen, nach Fütterung mit Butter wurde das Fett wieder erkannt, nach Fütterung mit Käse undeutlich der Käsestoff, nach Stärkmehl Reste des letztern, aber nicht immer, statt Stärke wurde Stärkezucker gefunden. Von Milch zeigten sich in der ersten Hälfte des Dünndarms

Klümpchen von Käse. Nach Fütterung eines Hundes mit Knochen fanden sich kleine Knochenstücke in der ersten Hälfte des Dünndarms, in der zweiten Hälfte viel phosphorsaurer und wenig kohlensaurer Kalk. Bei Pferden war nach Fütterung mit Hafer, in der ersten Hälfte des Dünndarms noch Stärkemehl vorhanden, was seine Eigenschaft im mittlern und untern Theil verlor.

Die Contenta des Dünndarms reagirten in der ersten Hälfte desselben immer sauer, aber schwächer als die des Magens. Die Säure nahm in der zweiten Hälfte ab und verschwand gewöhnlich in dem Endstücke des Dünndarms. Tiedemann's und Gmelin's Untersuchungen lassen es unentschieden, ob das Verschwinden der Säure des Chymus von der Neutralisation derselben durch das kohlensaure Alkali der Galle herrührt, wie Boerhave, Werner, Prout glauben, oder ob der untere Theil des Dünndarms alkalische Absonderung hat, ob sich durch anfangende Fäulniss Ammoniak entwickelt, welches die Säure sättigt, oder ob der Chymus im sauren Zustande resorbirt wird und die Säure in den Wegen durch die Lymphgefässe und Lymphdrüsen verliert, da der Chylus allerdings alkalisch ist. Die im Chymus des Dünndarms enthaltenen thierischen Materien sind vorzugsweise:

1. Eiweiss; seine Menge nimmt in der letzten Hälfte des Dünndarms wegen der Resorption des Chymus ab.

2. Käsestoff; er nimmt auf gleiche Art ab. Von beiden lässt sich nicht angeben, wie viel der Verdauung, wie viel den Verdauungssäften, z. B. dem pancreatischen Saft, angehöre. Tiedemann und Gmelin finden es möglich, dass der Käsestoff des pancreatischen Saftes, als sehr stickstoffreiche Materie, einen Theil seines Stickstoffs an weniger stickstoffhaltige Nahrungsstoffe abgebe und sich damit in Gleichgewicht setze, wodurch solcher Nahrungsstoff in Eiweiss verwandelt werden könnte.

3. Durch salzsaures Zinn fällbare stickstoffhaltige Materie (Speichelstoff und Osmazom). Sie nimmt nach unten ab.

4. Durch Chlor sich röthende Materie, wahrscheinlich vom pancreatischen Safte, da sie sich nicht im Magen zeigt, nicht von der Galle, da sie auch nach Unterbindung des Gallenganges noch vorkommt. Sie findet sich nicht in Excrementen wieder.

5. In Weingeist, nicht in Wasser, lösliche Materien: Fett, Talg, Farbestoff und Harz der Galle. In qualitativer Hinsicht unterscheiden sich jedoch die aufgeführten Stoffe nicht von denjenigen, welche Tiedemann und Gmelin in dem Darmkanal von nüchternen Thieren fanden. Sie sind daher ausser der von den Nahrungsmitteln herrührenden Menge von Eiweiss wahrscheinlich dem Verdauungssäften, namentlich dem Succus pancreaticus, angehörend, der Eiweiss, Käsestoff, durch Chlor sich röthende Materie enthält.

Hier wäre nun der Ort, den Einfluss der Galle auf den Chymus zu untersuchen. Beaumont hat einige Versuche über das Verhalten von Galle zum Chymus ausser dem lebenden Körper angestellt. Wurde Ochsengalle mit Chymus aus dem Magen des St. Martin versetzt, so bildete sich ein trübes, gelblich-weisses

Fluidum oder vielmehr feine, weisse Coagula, die sich, einige Zeit gestanden, in hellgelbe, zu Boden sinkende Coagula und ein trübes, milchfarbenes Fluidum sonderten. Vermischte Beaumont zur Vergleichung Galle und verdünnte Salzsäure, von beiden 1 Drachme mit 2 Unzen Wasser, so entstand eine ähnliche Trübung, aber es bildete sich ein tief grüner, gallertartiger Bodensatz in einer bläulichgrünen Flüssigkeit ohne milchiges Ansehen, wie in der Mixtur von Chymus. Ueber den Antheil der Galle an der Chymification haben auch Tiedemann's und Gmelin's Untersuchungen keine vollen Aufschlüsse gegeben. Durch die Säure des Chymus wird aus der Galle der Schleim derselben geronnen mit einem grossen Theil des Farbestoffs der Galle gefällt. Ausserdem wird Gallenfett niedergeschlagen, welches beim Ausziehen des im Wasser unauflöslichen Theils der Contenta des Darms mit Weingeist erhalten wurde. Die von Tiedemann und Gmelin im Darmkanal gefundene Talgsäure erklären sie als aus der Galle abgeschieden. Der nicht im Wasser lösliche Theil der Contenta enthielt Gallenharz, welches ein excrementieller Stoff zu seyn schien, ohne Einfluss auf die Umwandlung der Nahrungsstoffe, ein Hauptbestandtheil der Excremente. Tiedemann und Gmelin fanden die von Werner (*exp. circa modum, quo chymus in chylum mutatur, diss. inaug. praes.* Autenrieth. *Tüb.* 1800.) eingeführte Ansicht, dass der Chylus von der Galle in Form von Flocken niedergeschlagen werde, ungegründet. Bei Vermischung von Galle mit dem flüssigen Mageninhalt erfolgen nur diejenigen Niederschläge aus der Galle, wie sie beim Vermischen einer Säure mit der Galle entstehen. Die sogenannten Chylusflocken im Dünndarm sind nur Schleimflocken, welche sich auch nach Unterbindung des gemeinschaftlichen Gallenganges zeigten. Der resorptionsfähige Chymus ist flüssig. Nach Autenrieth und A. Cooper wäre der Chylus im Dünndarm eine ziemlich consistente, zwischen den Zotten haftende, an der Luft gerinnbare Materie. Vergl. Abernethy *physiol. lect. p.* 189. Nach Tiedemann und Gmelin ist diess aber Schleim, und dann muss die Gerinnung ein Missverständniss seyn. Die aus der Galle zur Umwandlung des Chymus anwendbaren Flüssigkeiten, sind wahrscheinlich das Picromel, das Osmazom, die dem Gliadin ähnliche Materie und die Cholsäure, weil sie nach Tiedemann's und Gmelin's Untersuchungen nicht in den Excrementen vorkommen, l. c. 1. 362., 2. 65. Es ist nicht wahrscheinlich, dass der blosse Zweck der Galle, ausser der Ausscheidung des excrementiellen Gallenharzes und Farbestoffs, ist, die Säure des Chymus abzustumpfen und ihn zu der Umwandlung vorzubereiten, die er in den Lymphgefässen erfährt, wo er als Chylus alkalisch wird. Entweder tragen ihre wesentlichen, nicht in den Excrementen vorkommenden Bestandtheile dazu bei, die fernere Auflösung des Chymus zu vollenden, wie Haller glaubt, oder diese Bestandtheile müssen zur Umwandlung des Chymus in den Inhalt der Lymphgefässe verwandt werden, so wie Prout vermuthet, dass die Beimischung der Galle zur Erzeugung des Eiweissstoffes aus den Nahrungsmitteln beitrage. Der Chylus der Lymphgefässe enthält ausser dem Eiweiss weder die von Tiedemann und Gmelin im

Darmkanal noch gefundenen anderen thierischen Materien, noch jene aufgelösten Bestandtheile der Galle, welche nicht in die Excremente übergehen, sondern statt alles dessen Eiweiss.

Um den Antheil der Galle an der Umwandlung der Nahrungsmittel zu ermessen, hat Brodie (*Quarterly J. of sc. and arts* 1823. *Jan.*, Magendie *J. d. physiol.* 3. 93.) den Ductus choledochus bei Katzen unterbunden, worauf Gelbsucht eintrat, die indessen zuweilen wieder verschwand; dann war an der Unterbindungsstelle eine Exsudation von gerinnbarem Faserstoff eingetreten, welche die getrennten Stücke wieder verband.

Brodie will gefunden haben, dass durch Unterbindung des Gallenganges die Verdauung im Magen nicht gestört, dass aber kein Chylus mehr aus dem Chymus gebildet wurde, und dass weder die Saugadern des Darms, noch der Ductus thoracicus einen weissen Chylus enthielten. Tiedemann und Gmelin haben sich durch Prüfung dieser Erfahrung in zehn Versuchen ein neues Verdienst erworben. Am 2—3. Tage nach der Operation trat Gelbsucht ein; diese verschwand zuweilen wieder nach 10—15 Tagen. In diesen Fällen hatte der Gang sich wieder hergestellt, und die Ligatur hatte hier entweder durchgeschnitten und war abgefallen, ehe die Durchschnittsfläche verheilte, oder die coagulable Materie wurde um die Ligatur ergossen, und letztere hatte sich im Innern des äusserlich hergestellten Ganges abgestossen, und war durch den Kanal selbst ausgetreten. In 13—26 Tagen war der Gang wiederhergestellt gefunden worden. In anderen Fällen trat der Tod ein nach 3—7 Tagen (Versuch 1. 4. 8.). Ein Hund, bei dem die Gelbsucht blieb, aber der Gang später offen gefunden wurde, hatte 26 Tage gelebt, als er getödtet wurde. In einem Fall (Versuch 1.), wo ein Hund nach 7 Tagen starb, war grosse Magerkeit und eine solche Mattigkeit eingetreten, dass das Thier kaum stehen konnte. Das Bauchfell zeigte sich nach dem Tode entzündet, oder Spuren der stattgefundenen Entzündung. In diesen Fällen wurde Gallenfärbestoff im Blut und Urin gefunden, und die Lymphgefässe der Leber waren gelb. Tiedemann und Gmelin bestätigen Brodie's Erfahrung, dass die Verdauung im Magen nach Unterbindung des Ductus choledochus fortdauere. Auch die Contenta des Dünndarms waren nicht wesentlich von den gewöhnlichen verschieden; Eiweissstoff war in grosser Menge vorhanden. Es fand sich die durch Chlor sich röthende Materie; dagegen war die Erkennung des etwa vorhandenen Käsestoffs, so wie der durch salzsaures Zinn fällbaren Materie verhindert. Hieraus ergiebt sich also die Irrigkeit der Hypothese von Prout. (Prout *über die Blutbildung, Annals of philosophy. Vol.* 13. *p.* 12. 265. Meck. *Arch.* 6. 78.) Die Contenta des Dickdarms rochen in allen Fällen viel übeler und fauliger als sonst (nach Leuret und Lassaigne rochen sie fade), die Excremente waren weiss. (Von gleichen Stücken Milz, wovon das eine mit Ochsengalle, das andere mit gleichviel Wasser von mir infundirt wurde, faulte das letztere etwas schneller.) Der Ductus thoracicus enthielt bei Hunden mit unterbundenem Gallengange, die nüchtern getödtet wurden, eine helle durch-

scheinende, gelb gefärbte, bald wenig, bald vollständig gerinnende Flüssigkeit. Bei Hunden, die nach dieser Operation gefüttert worden, kam in den Saugadern des Dünndarms eine helle durchsichtige, nicht weisse Flüssigkeit vor, wie bei Hunden, die unter gleichen Umständen nicht gefüttert wurden, während die Flüssigkeit des Dünndarms bei Hunden mit nicht unterbundenem Gallengange weisslich ist. Der Inhalt des Ductus thoracicus gerinnt sowohl nach jener Operation, als ohne dieselbe, und es bildet sich im ersten Fall ein noch grösserer und mehr gerötheter Kuchen, als beim Hunde, dem der Gallengang nicht unterbunden worden. Das Serum des ersten war trüb, das des letzten weisslich. Der Chylus in dem Ductus thoracicus war gewöhnlich nach dieser Operation röther als sonst. Die Beschaffenheit des Chylus im Ductus thoracicus beweist indess hier nicht viel, da auch die von anderen Theilen kommende Lymphe gerinnt, und bei hungernden Thieren sehr lange immer noch Lymphe im Ductus thoracicus enthalten ist, wie Collard de Martigny gezeigt hat, wie denn auch die Lymphgefässe des Darms bei hungernden Thieren Lymphe führen. Es bleibt immer sehr wichtig, dass der Chylus im gefütterten Hunde mit unterbundenem Gallengang durchsichtig ist, während er beim Hund im naturgemässen Zustande weiss ist. Tiedemann und Gmelin legen zwar auf diesen Umstand nicht viel Gewicht, indem sie die Bildung von Chylus auch ohne Galle für erwiesen halten. Denn sagen sie, es sey bekannt, dass die weisse, milchige Farbe von Fetttheilchen im Chylus abhänge. Aber gerade diese Voraussetzung ist weder erwiesen, noch überhaupt zu erweisen. Denn so gut microscopische Fetttheilchen in die Lymphgefässe eindringen können, so gut können auch andere Kügelchen von Eiweiss etc. durchgehen, und wir wissen schlechterdings nicht, von welcher Natur die im Chylus enthaltenen Kügelchen sind. Ich halte es nicht für erwiesen, dass Chylus ohne Gallenabscheidung sich bilde, obgleich ich auch nicht das Gegentheil behaupte. Tiedemann und Gmelin führen weiter dafür an, dass die Hunde lange nach jener Operation noch gelebt hatten (3—7 Tage), in einem Fall, wo trotz der Wiederherstellung des Ganges die Gelbsucht blieb, 26 Tage bis zur Tödtung. Allein auch diess beweist nichts, denn Hunde leben ja selbst ohne alle Nahrungsmittel gegen 36 Tage.

Leuret und Lassaigne, welche ebenfalls behaupten, dass nach Unterbindung des Ductus choledochus noch die Verdauung und Bildung des Chylus fortdauere, führen an, dass die Galle die Eigenschaft habe, das Fett aufzulösen, dasselbe zu zersetzen und damit eine Art von Seife zu bilden, und hierdurch die Verdauung des Fettes zu bewirken. Nach Tiedemann's und Gmelin's Versuchen (1. 78. 2. 263.) ist die Galle dagegen nicht im Stande, die kleinste Menge Fett aufzulösen, und sie kann deshalb bloss auf mechanische Weise durch Suspension des Fettes in Partikeln, zu dessen Vertheilung und Resorption beitragen. Die Galle scheint als Reiz für die peristaltischen Bewegungen des Darms

nöthig zu seyn; denn bei verhindertem Ausflusse derselben findet Verstopfung statt.

Das Gemisch von Chymus, Schleim, Galle und pancreatischem Safte nimmt an Consistenz im untern Theil des Dünndarms zu und wird dunkler gefärbt. Die flüssigen Theile desselben werden von den Lymphgefässnetzen der Darmwände aufgenommen. Alles Festere, der Darmschleim, die Hülsen, die Holzfasern, der Hornstoff und diejenigen Stoffe der Galle, welche excrementiell sind, als Schleim, Färbestoff, Fett und Harz, bilden im Endtheil des Dünndarms den Anfang der Excremente, aus welchen jedoch im Dickdarm auch noch flüssige Bestandtheile aufgesogen werden. Tiedemann und Gmelin halten den sauren abgesonderten Saft des Blinddarms für ein ferneres Lösungsmittel von Thierstoff. Bei den pflanzenfressenden Thieren mit vorzugsweise grossem Blinddarm scheint besonders hierauf gerechnet zu seyn, und es ist sehr wahrscheinlich, dass beim Pferd, wo die Nahrungsstoffe in einem weit weniger aufgelösten Zustande den Pylorus passiren, auch in dem ungeheuren Dickdarm der Verdauungsproeess fortdauern muss. Schultz hat über die Verdauung im Dickdarm mehrere theoretische Ansichten mitgetheilt, die ich der Vollständigkeit wegen hier anführen muss. Er folgt nicht allein Tiedemann und Gmelin in der Annahme einer erneuerten Verdauung im Blinddarm wegen der sich dort vorfindenden Säure, sondern nimmt auch einen gewissen Antagonismus der Magenverdauung und Blinddarmverdauung an; bei den Wiederkäuern falle die erstere in die Tageszeit, die letztere in die Nachtzeit, und die erstere beginne dann, wenn die letztere aufhöre. Wäre diess richtig, so müsste eine Mahlzeit innerhalb 24 Stunden regelmässig den ganzen Darm durchlaufen haben; dies ist aber weder regelmässig so der Fall, noch überhaupt richtig. In Tiedemann's Versuchen an Hunden, denen der Ductus choledochus unterbunden worden, zeigten sich die Excremente erst 2 Tage nach der Operation weiss; die Wiederkäuer behalten zumal den Wanst ganze Tage voll Futter, und es kann hier Schultz's Ansicht unmöglich richtig seyn. Schultz nimmt ferner an, dass bei der Dickdarmverdauung der Dickdarm geschlossen sey, und dass während der Chymification und Säurebildung im Dickdarm keine Galle in denselben fliesse, sondern im untern Theil des Dünndarms sich anhäufe, und nach beendigter Chymification erst in das Coecum eintrete, um den Chymus zu neutralisiren. Man sieht leicht ein, dass diese Ansichten von der Art sind, dass sie sich weder beweisen noch widerlegen lassen.

Während der Verdauung entwickelt sich, ausser der verschluckten, im Magen sich zum Theil in Kohlensäure verwandelnden Luft, im Verlauf des ganzen Darmkanals Gas. Seine Beschaffenheit hängt eines Theils von den Speisen, andern Theils aber von dem Zustande der Verdauungsorgane ab. In Affectionen des Nervensystems ist diese Entwickelung oft sehr reichlich, es ist zuweilen geruchlos, riecht meistens nach Schwefelwasserstoffgas und ist oft entzündlich. Es kann Wasserstoffgas, Kohlenwasserstoffgas, Schwefelwasserstoffgas seyn. Nach den Beobachtungen, welche Magendie und Chevreul

von diesen Gasen im Darmkanal von Hingerichteten machten, bestanden sie in 3 Fällen im Dünndarm aus:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Kohlensäuregas . . . . | 24,39 | 40,00 | 25,00 |
| Wasserstoffgas . . . . | 55,53 | 51,15 | 8,40 |
| Stickgas . . . . . . . . | 20,08 | 8,85 | 66,60 |
| | im Dickdarm, | | Rectum. |
| Kohlensäuregas . . . . | 43,50 | 70,00 | 42,86 |
| Kohlenwasserstoffg. u. Spuren von Schwefelwassertoffgas | 5,47 | | |
| Wasserstoffgas und Kohlenwasserstoffgas . . . . . . . . | | 11,60 | |
| reines Kohlenwasserstoffgas . . . . . . . . . | | | 11,18 |
| Stickstoffgas . . . . . | 51,03 | 18,40 | 45,96 |

Ueber die Zusammensetzung der Excremente siehe Berzelius *Thierch.* 254. Nach seiner Analyse der zusammenhängenden Excremente vom Menschen bestanden dieselben

| | | | |
|---|---|---|---|
| aus Wasser . . . . . . . . . . . . . | | | 75,3 |
| im Wasser löslich | Galle . . . . . . | 0,9 | 5,7 |
| | Eiweiss . . . . . | 0,9 | |
| | eigener Extractivstoff | 2,7 | |
| | Salze . . . . . . | 1,2 | |
| extrahirter unlöslicher Rückstand von den Speisen | | | 7,0 |
| im Darmkanal hinzugekommene unlösliche Stoffe, Schleim, Gallenharz, Fett, eigene thierische Materie . . . . . . . . . . . . . . | | | 14,0 |
| | | | 102,0 |

In der Cloake der Vögel und Amphibien kommen Harn und Excremente zusammen.

## *VI. Capitel.* Von der Chylification.

Die verdauten Theile des Chymus werden während des Durchgangs durch den ganzen Darmkanal von den lymphatischen Gefässen aufgesogen. Wie die Resorption in allen lymphatischen Gefässen, sowohl denen des Darmkanals als denen anderer Theile, geschieht, ist in dem I. Buch, 3. Abschnitt vom Lymphsystem auseinandergesetzt worden. An den Zotten, in welchen die Lymphgefässnetze der Tunica villosa zum Theil entspringen, erkennt man keine mit dem Microscop deutlich sichtbare Oeffnungen auf ihrer Oberfläche, daher können auch alle leicht sichtbaren Theilchen des Chymus nicht in die Anfänge der Lymphgefässe aufgenommen werden, sondern nur das Aufgelöste kann leicht durch die unsichtbaren Poren der zartesten Lymphgefässe in dieselben eindringen. Wo die Kügelchen des Chylus sich bilden, ob aus den aufgelösten Theilen des Chylus innerhalb der Anfänge der Lymphgefässe des Darms, wo man den Chylus schon trüb und weiss und Kügelchen enthaltend antrifft, oder ob sie sich durch eine Abstossung von Theilchen der Lymphgefässe bilden, wie Doellinger annimmt, ist nicht gewiss; doch ist letztere Annahme unwahr-

scheinlich, da die weisse Farbe des Chylus nach der Natur der Nahrungsmittel variirt, und im geraden Verhältnisse mit der Menge des genossenen Fettes zunehmen soll. Eine schon p. 249. angeführte Beobachtung von dem zuweilen ganz weissen Serum des Blutes bei jungen Kätzchen, die noch an der Mutter saugen, könnte es wahrscheinlich machen, dass hier doch Kügelchen der Milch in die Lymphgefässe eindringen. Indessen ist jene Erscheinung bei jungen Kätzchen nicht constant, und könnte auch eins mit derselben, zuweilen bei Erwachsenen vorkommenden Erscheinung seyn, wenn der Chylus im Blute noch nicht verarbeitet ist, oder der Chylus viele Fetttheilchen enthalten hatte. Vergl. p. 249. und p. 143. Unsichtbare Poren müssen offenbar in den Wänden der Lymphgefässanfänge vorhanden seyn, weil sie Aufgelöstes aufnehmen; aber jedenfalls können diese Poren, selbst wenn sie Kügelchen hindurchlassen, nicht wohl grösser als die Chyluskügelchen selbst seyn, die nach Prevost und Dumas $\frac{1}{7799}$ Par. Zoll Durchmesser haben, und nach mir in der Mehrzahl (Kalb, Ziege, Hund) $\frac{1}{2}$ bis $\frac{1}{3}$ mal so gross sind als die Blutkörperchen eines Säugethiers. Denn wären jene Poren grösser, so würden auch grössere Theilchen des Chymus in die Lymphgefässe übergehen. Diese finden sich aber darin nicht vor; nur einmal, nämlich beim Kaninchen, sah ich die wenigsten der Chyluskügelchen grösser als die Blutkörperchen, und nur einmal fand ich sie gleich den Blutkörperchen, wie bei der Katze, die meisten kleiner. Indessen können jene grösseren Körperchen des Kaninchens wohl kaum durch die Wände der Darmzotten eingedrungen seyn, weil man so grosse Oeffnungen an ihnen müsste erkennen können. Ob die zwischen den Zotten so deutlich sichtbaren, zahlreichen Oeffnungen, welche gegen 12mal grösser sind als die Blutkörperchen, wirklich blosse Crypten (Lieberkuehn'sche Drüsen) sind, oder vielleicht mit der Resorption in Beziehung stehen, ist noch nicht ganz ausgemacht.

*Chylus.*

Der Chylus ist die vom Darmkanal während der Verdauung in die Lymphgefässe aufgenommene Materie, welche sich von der ausser der Verdauungszeit in diesen Gefässen enthaltenen Lymphe, und der Lymphe anderer Theile durch ihre weisse Farbe unterscheidet. Obgleich der Chylus bei den Vögeln in der Regel nicht weiss, sondern klar ist, und bei den pflanzenfressenden Thieren meist ebenfalls nicht so trüb ist, so ist er doch bei den Fleischfressern (selbst bei den Pflanzenfressern, so lange sie jung noch von Milch leben) immer mehr oder weniger trüb und weisslich. Die Farbe rührt von Kügelchen her, deren Grösse ich oben angegeben habe. Röthlich ist der Chylus nur ausnahmsweise und in seltenen Fällen, wie z. B. im Ductus thoracicus der Pferde; ich habe ihn bei den von mir untersuchten Thieren (Kalb, Ziege, Hund, Katze, Kaninchen), auch im Ductus thoracicus nie anders als weisslich gesehen. Der Chylus reagirt alkalisch, seinen Geruch haben Einige mit dem des männlichen Samens verglichen.

Der Chylus gerinnt freiwillig, einige Zeit nachdem er die

Gefässe verlassen hat. Reuss und Emmert, so wie Tiedemann und Gmelin, haben gefunden, dass diese Gerinnbarkeit zunimmt, je weiter der Chylus im lymphatischen System fortschreitet, so dass Chylus aus den Lymphgefässen des Darmkanals nicht gerinnt, selbst dann selten gerinnt, wenn er durch die Mesenterialdrüsen durchgegangen ist. Bei dem Gerinnen (10 Minuten, nachdem er aus dem Gefäss genommen ist, wie bei der Lymphe) sondert sich der Chylus des Ductus thoracicus in Coagula und Serum. Das Geronnene ist der Faserstoff des Chylus, vermengt mit einem Antheil der Kügelchen des Chylus. Das flüssige Serum ist eine Auflösung von Eiweiss, worin ein Theil der Kügelchen des Chylus suspendirt bleibt. Zugleich sondert sich auf der Oberfläche des Chylus eine rahmartige Masse ab, welche aus Fettkügelchen besteht. Nach der Coagulation wird das Coagulum vom Chylus des Ductus thoracicus in freier Luft häufig auffallend röther, als der Chylus vorher war. Emmert fand bei Vergleichung des Chylus der Lymphgefässe aus der Cysterna chyli, aus dem mittlern Theil und obern Theil des Ductus thoracicus des Pferdes, dass die Einwirkung der Luft den milchweissen Chylus der Lymphgefässe nur wenig veränderte, während der Cysternenchylus etwas röthlich wurde; letzterer coagulirte auch zum kleinern Theil. Der Chylus aus dem obern Theil des Ductus thoracicus erhielt an der Luft eine der Farbe des arteriösen Blutes ziemlich nahe kommende Farbe, auch trennte er sich in Serum und eine Art von Blutkuchen, welcher fester und grösser als in dem andern Chylus war. Das Serum von dem Chylus der Cysterne und der grossen Milchgefässstämme war dicklicher, trübe und enthielt eine Menge weissgelber Kügelchen. Das Serum vom Chylus des Brustganges war klar und zeigte dem blossen Auge keine Kügelchen. In Emmert's Versuchen enthielt der Chylus aus dem mittlern Theil des Ductus thoracicus etwas mehr thierischen Stoff, als der aus dem obern Theil, wahrscheinlich, weil letzterer ausser dem Chylus eine relativ grössere Quantität der viel dünneren Lymphe aus den übrigen Lymphgefässen des Körpers aufgenommen hat. Emmert in Scherer's *Journ. der Chemie.* 5. *p.* 164. 691. Vergl. Reil's *Arch.* 8. 146. Magendie sagt, wenn der Chylus von Nahrungsstoffen herrührt, welche kein oder wenig Fett enthalten, so ist der Chylus weniger weiss, sondern mehr opalartig; er trennt sich in Coagulum und Serum, und auf seiner Oberfläche sondert sich wenig oder keine rahmartige Materie ab. Kömmt der Chylus aber von animalischen oder vegetabilischen, fetten Substanzen, so ist der Chylus weiss, und theilt sich in dreierlei Bestandtheile, in Coagulum vom Faserstoff, in Serum und in eine rahmartige Schicht auf der Oberfläche der Flüssigkeit, welche die fettigen Bestandtheile enthält. Mach Marcet (*medico-chirurg. transact.* 1815. Meck. *Arch.* 2. 268.) geht der Chylus von Pflanzenkost auch langsamer in Fäulniss über, als der von thierischer Kost, und enthält mehr Kohle; ersterer soll immer milchig seyn und mehr Rahm absetzen, letzterer mehr durchsichtig seyn und keinen Rahm absetzen.

Tiedemann und Gmelin haben durch die grosse Anzahl ihrer Versuche über den Chylus, durch die Genauigkeit und

die gleichzeitige anatomisch-physiologische und chemische Umsicht ihrer Versuche das entschiedenste Uebergewicht. Siehe B. 2. p. 66—95. Diese Naturforscher sagen, alle ihre Versuche beweisen auf das Bestimmteste, dass die weisse Trübung des Chylus von einem fein zertheilten, darin schwebenden Fette herrührt. Beim Gerinnen des Chylus trete es dem geringern Theil nach in die Placenta, dem grössern Theil nach bleibe es im Serum vertheilt, aus dem es sich zuweilen nach oben gleich einem Rahm erhebe. Tiedemann und Gmelin haben aus Chylusplacenta öfter ein gelblichbraunes Fett durch kochenden Weingeist ausgezogen. Beim Schütteln des milchichen Serums mit weingeistfreiem Aether erfolgte allmählige Klärung des Serums, und beim Abdampfen des Aethers erhielten sie um so mehr Fett (Gemenge von Elain und Stearin), theils in öliger, theils in talgartiger Form, je mehr das Serum getrübt gewesen war. Tiedemann und Gmelin schliessen daraus, was auch durch die Resultate verschiedener Fütterung bestätigt wird, dass das in dem thierischen Körper enthaltene Fett aus den Speisen in denselben übergehe, und dass es (wenigstens im Chylus) nicht in einem auflöslichen Zustand, sondern nur fein zertheilt vorhanden sey. Schafe mit Gras oder Stroh gefüttert, lieferten einen wenig getrübten, fast klaren Chylus. Sehr gering war auch die Trübung bei den mit flüssigem Eiweiss, mit Faserstoff, Leim, Käse, Stärkemehl, Kleber gefütterten Hunden, und dem mit Stärkemehl gefütterten Pferde. Mässig trüb war der Chylus des mit Hafer gefütterten Schafes. Starke milchige Trübung zeigte sich dagegen bei Hunden nach dem Genuss von geronnenem Eiweiss, Milch, Knochen, Rindfleisch, bei Pferden nach Hafer. Am stärksten getrübt war der Chylus des mit Butter gefütterten Hundes. Nach Unterbindung des Gallenganges zeigte sich der Chylus weniger milchig als sonst. Vielleicht rührt diess nach Tiedemann und Gmelin daher, dass die Galle das Vermögen hat, das Fett der Speisen mit der wässrigen Flüssigkeit in einer sehr zarten Suspension microscopischer Partikelchen zu vertheilen.

Tiedemann und Gmelin scheinen den Chylus für eine reine Auflösung von Thierstoff zu halten, in welcher keine anderen als Fettkügelchen schweben; diese Ansicht jedoch kann ich nicht ganz theilen. Als ich milchiges Serum vom Chylus der Katze in einem Uhrglas mit weingeistfreiem Aether versetzte, schien sich zwar anfangs allmählig das Serum etwas aufzuklären; aber es blieb doch, selbst nach langer Fortsetzung des Versuchs unter immer neuem Zugiessen von Aether, unten ein trübes Wesen zurück, und als ich dieses unter dem Microscop untersuchte, bemerkte ich darin die ganz unveränderten Chyluskügelchen. Ich fütterte einen Hund mit Brot, Milch und etwas Butter, und tödtete ihn 5 Stunden darauf. Der Chylus des Ductus thoracicus wie der Lymphgefässe war weiss; diesen Chylus untersuchte ich tropfenweise unter dem Microscop. Hier sah ich, dass er viele an Grösse sehr ungleiche Oelkügelchen enthielt, welche ganz durchscheinend waren. Der weit grössere Theil der Chyluskügelchen war aber ganz anderer Art, nämlich weisslich und nicht

durchscheinend, sehr klein und ohngefähr $\frac{1}{2}$ bis $\frac{2}{3}$ so gross als die Blutkörperchen dieses Hundes, wie ich früher auch am Kalbe diesen Unterschied bemerkt hatte. Die kleinen Kügelchen sind in ungeheurer Menge vorhanden und sind offenbar die Ursache der weissen Farbe; ihre Gestalt ist nicht so regelmässig wie die der Blutkörperchen. Fettkügelchen sind diess wohl nicht; sie sind kleiner als die von mir und Dr. Nasse in der Lymphe des Menschen gefundenen Kügelchen. Ich habe auch die Gerinnung des Chylus unter dem Microscop an grossen Tropfen beobachtet, die ich mit etwas Wasser vermischte, um die Kügelchen mehr von einander zu entfernen und zu sehen, ob das Gerinnsel durch blosse Aggregation der Kügelchen entsteht, oder durch Gerinnung eines vorher aufgelösten Stoffes, welcher beim Gerinnen die Kügelchen in sich aufnimmt. Die überaus zarten Häutchen, welche entstanden, bestanden nicht blos aus aggregirten Kügelchen, sondern es war noch ein durchsichtiger Stoff dazwischen, welcher die Kügelchen zusammen verband, auch wenn sie nicht dicht aneinander lagen. Es ist also gerade so, wie bei der Lymphe und dem Blut. Auf den auf einer Glasplatte ausgebreiteten Chylustropfen entstanden aber nicht bloss Häutchen, welche die schwebenden Kügelchen verbanden, sondern auch an einzelnen Stellen kleine Fettinselchen, welche fast ganz durchsichtig waren, und wovon ich nicht weiss, ob sie durch das Aneinanderfügen und Erkalten der Oelkügelchen entstehen. Die microscopischen Untersuchungen über den Chylus sind noch in der Kindheit. Vor allem wäre das Verhältniss der kleinen Chyluskügelchen zu den Blutkörperchen auszumitteln, ob die Blutkörperchen aus den Chyluskügelchen entstehen, ob die von mir im Blute der Frösche und Vögel, von Home im Blute des Menschen beschriebenen kleineren Kügelchen Chyluskügelchen sind. Dann wäre sehr wünschenswerth, zu wissen, ob die Chyluskügelchen bei den Thieren, welche elliptische und grosse Blutkörperchen haben, wie Amphibien und Vögel, im Ductus thoracicus vielleicht auch schon elliptisch sind, oder nicht, um zu erfahren, wo die Form der Blutkörperchen entsteht. Diess liesse sich nur bei grösseren Amphibien, wo der Ductus thoracicus leichter zu finden ist, oder bei Fischen ermitteln. Rudolphi führt zwar aus Leuret und Lassaigne an, dass die Chyluskügelchen der Vögel rund seyen, während doch ihre Blutkörperchen oval sind. Indess sprechen Leuret und Lassaigne hier nicht von Chyluskügelchen, sondern Chymuskügelchen aus dem Darm der Vögel.

Tiedemann und Gmelin haben weitere, sehr ausgebreitete Untersuchungen über die Veränderungen des Chylus nach den Nahrungsmitteln angestellt. Nach ihnen ist der Chylus röther bei den Pferden als bei den Hunden, bei diesen röther als bei den Schafen. Bei dem Hunde röthete sich die Placenta des Chylus lebhafter nach der Fütterung mit flüssigem Eiweiss, Butter, Milch, Knochen, und mit Fleisch, Brot und Milch. Der Chylus war weiss und die Placenta wenig roth nach Fütterung mit Faserstoff, Leim, Käsematte, Stärkemehl und Butter, und mit Kleber. Nach der Fütterung

mit Eiweiss zeigte weder der ganze Chylus noch die Placenta eine rothe Färbung, wie ich auch beim Hunde nach Fütterung mit Brot, Milch und Butter bemerkte. Bei den im nüchternen Zustande getödteten Hunden, so wie bei den Hunden, welche Stärkemehl, Milch, rohes oder gekochtes Rindfleisch, Rindfleisch und Semmel, flüssiges Eiweiss und Spelzbrot, und bei den Katzen, die Brot und Milch, oder gekochtes Rindfleisch erhalten hatten, war der Chylus ebenfalls nicht roth (Tiedemann und Gmelin). Pferde im nüchternen Zustande hatten eine mehr dunkelrothe Flüssigkeit des Ductus thoracicus, als diejenigen, welche Hafer genossen. Der Chylus der Schafe, die nur wenig Heu oder Stroh erhalten hatten, gab ein röthlichweisses Coagulum, der Chylus der mit Hafer gefütterten ein weisses. Aus den letzten Erfahrungen schliessen Tiedemann und Gmelin, dass der Chylus um so weniger rothen Färbestoff enthält, je besser die Thiere gefüttert worden sind, und dass das Blutroth sich nicht unmittelbar mittelst der Verdauung erzeugt; die namentlich von der Milz kommende röthliche Lymphe, welche Hewson, Tiedemann und Gmelin und Fohmann beobachtet, und die auch ich bei Ochsen theilweise gesehen habe, wird um so mehr in dem Chylus bemerkbar seyn, je weniger Nahrungstoffe vom Darmkanal aus er enthält.

Der Chylus eines mit Hafer gefütterten Pferdes, aus den Saugadern erhalten, ehe sie durch eine Drüsenreihe gegangen waren, war weiss, röthete sich nicht an der Luft und gab auch eine weisse Placenta. Der Chylus aus den Saugadern des Mesenteriums, welche durch Drüsen gegangen waren, und der Chylus des Ductus thoracicus zeigten sich hellroth, die Lymphe aus den Saugadern des Dickdarms war blassgelb und lieferte ein weisses Coagulum; die der Saugadern des Beckens war roth, und gab noch ein dunkleres Coagulum als der Chylus des Ductus thoracicus. Tiedemann und Gmelin schliessen aus diesen mit Emmert's Erfahrungen übereinstimmenden Resultaten, dass der rothe Stoff dem Chylus erst durch die Mesenterialdrüsen und durch die Lymphe der anderen Lymphdrüsen, so wie durch die Lymphe der Milz aus dem Blute mitgetheilt wird, welches die Capillargefässe dieser Theile durchströmt. Was die Lymphe der Milz betrifft, so hat zuerst Hewson (*Op. posth. ed. Lugd. Batav.* 1785.) gefunden, dass dieselbe röthlich wie verdünnter rother Wein ist und rothe Kügelchen enthält. Tiedemann und Gmelin haben diese Farbe bei gefütterten wie nüchternen Thieren gesehen. Fohmann (*Saugadersyst. der Fische. p.* 45.) hat es bei Vivisectionen der Rochen gesehen und behauptet, in der Verdauungszeit sey die Lymphe der Milz bei diesen Thieren röthlicher, nach längerer Abstinenz von Nahrungsstoffen werde sie indess auch röthlicher, eben so wie die Lymphe der Leber. Rudolphi sagt, die Lymphgefässe der Milz seyen in der Regel so weiss als die der Leber und anderer Organe, und führen auch an anderen Organen mitunter eine blutige Flüssigkeit. Hier muss ich jedoch bemerken, dass die Lymphe anderer Organe als des

Darms nie weiss ist, und dass ich in einigen Fällen, wo ich im Schlachthause gleich nach dem Tode die Milzlymphe der Ochsen untersuchte, sie in einigen dickeren Lymphgefässen wie verdünnten rothen Wein sah. Freilich folgere ich nicht mit Hewson daraus, dass Blutkörperchen in der Milz gebildet werden. Das rothe Princip der Lymphe kann auch im aufgelösten Zustande in die Saugadern gelangen. Auch ist die Färbung der Milzlymphe durchaus nicht constant. Seiler sah sie bei Pferden einigemal in einzelnen Lymphgefässen der Milz röthlich, bei den meisten Pferden farblos, bei Rindern (?), Eseln, Schafen, Schweinen, Hunden niemals gefärbt.

Ueber das Verhältniss des Faserstoffs zum Serum des Chylus haben Tiedemann und Gmelin folgende Resultate erhalten. Der Chylus der Pferde gerann am stärksten; er enthielt in 100 Theilen 1,06 — 5,65 frische Placenta, und 0,19 — 1,75 trocknen Faserstoff. Der Chylus der Hunde gerann schwächer; die Menge des Gerinnsels betrug in 100 Theilen 1,36 — 5,75, und des trocknen Gerinnsels 0,17 — 0,56. Der Chylus der Schafe war am wenigsten gerinnbar; 100 Theile enthielten 2,56 — 4,75 frischen, und 0,24 — 0,82 trocknen Kuchen. Das Contentum des Ductus thoracicus von nüchternen Thieren gerann vollständiger, und enthielt mehr frischen und trocknen Kuchen als der Chylus von gefütterten Thieren; er betrug getrocknet bei nüchternen Pferden 1,00 — 1,75, jener der gefütterten Pferde 0,19 — 0,78 Proc. des Chylus. Hieraus schliessen Tiedemann und Gmelin, dass der Faserstoff des Chylus nicht von den Nahrungsmitteln, sondern von der Lymphe herrührt und seinen Ursprung dem Blut verdankt, worin sie dessen Erzeugung annehmen; sie glauben nicht, dass aus den Nahrungsstoffen selbst in den Chylificationswegen Faserstoff gebildet werde. Wenn man diess zugiebt, so muss man auch annehmen, dass die blasse Lymphe der nicht chylusführenden Lymphgefässe, wenn sie wirklich beim Weiterfortschreiten an Faserstoff zunimmt, keine Umwandlung ihres Eiweisses in Faserstoff erfährt, sondern nur durch Zumischung von aufgelöstem Faserstoff des Blutes auf dem Wege ihres Fortganges gerinnbarer wird. Indessen ist diese Meinung von Tiedemann und Gmelin über die materielle Zumischung von Faserstoff zum Chylus in den Chylificationswegen jetzt eben so wenig zu beweisen, als die entgegengesetzte Ansicht, dass der Eiweissstoff des Chylus selbst zum Theil in Faserstoff umgewandelt wird. Um hierüber ins Reine zu kommen, wäre eine noch grössere Reihe von Beobachtungen nöthig über die Menge der festen Theile, besonders des Eiweisses, die sich im Serum des Chylus aufgelöst finden in verschiedenen Theilen des Lymphsystems. Wenn z. B. das Serum nach Abscheidung des Faserstoffs vom Chylus des Ductus thoracicus weniger Eiweiss enthielte, als das Serum von der Lymphe der Extremitäten und der Chylus der Saugadern des Darms, und wenn diess constant wäre, so wäre es ausgemacht, dass Eiweiss in dem lymphatischen System in Faserstoff umgewandelt würde, indem dann die Menge des Eiweisses abnimmt, während die des Faserstoffs zunimmt. Tiedemann's und

Gmelin's Versuche haben hierin, wie unten ersehen wird, keine constante, sondern vielmehr widersprechende Resultate gehabt.

Aus beiden Hypothesen lässt sich die Zunahme des Faserstoffgehaltes im Chylus bis zum Ductus thoracicus erklären. Ueber die letzte schon von Emmert beobachtete Thatsache haben Tiedemann und Gmelin noch folgende Erfahrungen gemacht. Beim mit Hafer gefütterten Pferde gerann der Chylus der Saugadern vor dem Durchgang durch Drüsen nicht. 100 Theile Chylus von Saugadern, der durch Mesenterialdrüsen hindurchgegangen, gaben 0,37 trockne Placenta, der Chylus des Ductus thoracicus 0,19, die Lymphe des Beckens 0,13. Bei dem nüchternen Pferde enthielt die Lymphe des Ductus thoracicus 0,42, die des Plexus lumbalis 0,25 trockne Placenta. Das Contentum des Ductus thoracicus, in welchem Chylus der Darmsaugadern und Lymphe von den übrigen Theilen des Körpers zusammenkommen, stand in Hinsicht des Gehaltes an trocknem Faserstoff in der Mitte zwischen dem Chylus der Chylusführenden Saugadern, und der Lymphe der Saugadern des Beckens.

Die Menge der festen im Serum aufgelösten Stoffe wechselte in Tiedemann's und Gmelin's Versuchen von 2,4—8,7 Proc. Bei dem mit Hafer gefütterten Pferde erhielten Tiedemann und Gmelin 4,9 Proc. feste Theile des Serums vom Chylus der Saugadern des Gekröses, 3,04 von dem des Ductus thoracicus, 3,1 Proc. aus dem Serum der Lymphe des Beckens; das Serum der Lymphe aus den Saugadern des Dickdarms enthielt gegen 4 Proc. Bei dem nüchternen Pferde dagegen enthielt das Serum von der Lymphe des Ductus thoracicus 4,7, von der Lymphe des Plexus lumbalis nur 3,7 Proc. feste Theile. Im Serum des Chylus waren enthalten Eiweissstoff, eine in Wasser und nicht in Weingeist lösliche Materie, dem Speichelstoff verwandt, ferner in Wasser und Weingeist lösliche Materie, Osmazom, essigsaures Natron, kohlensaures Natron, phosphorsaures Natron, schwefelsaures Natron, Kochsalz (die grösste Menge), kohlensaurer und phosphorsaurer Kalk. Hieraus geht hervor, dass dieselben Salze, welche im Darmkanal sich befinden, auch im Chylus vorkommen. Bei nüchternen Thieren enthielt das trockne Serum mehr Eiweiss und speichelstoffartige Materie, dagegen weniger osmazomartige Materie, und weniger Fett als das Serum gefütterter Thiere.

Analyse des Chylusserum des Pferdes von Gmelin.

| | |
|---|---|
| Braunes Fett . . . . . . . . . . . . . . . . . | 15,47 |
| Gelbes Fett . . . . . . . . . . . . . . . . . | 6,35 |
| Osmazom, essigsaures Natron und Kochsalz in Octaëdern krystallisirt, wahrscheinlich in Folge einer thierischen Materie . . . . . . . . . . . . . . . . . | 16,02 |
| In Wasser lösliche, in Alcohol unlösliche, extractartige Materie mit kohlens. und sehr wenig phosphors. Natron . | 2,76 |
| Eiweiss . . . . . . . . . . . . . . . . . | 55,25 |
| Kohlensaurer und etwas phosphorsaurer Kalk, beim Verbrennen des Eiweisses erhalten . . . . . . . . . | 2,76 |
| | 98,61 |

Von den Nahrungsstoffen der Thiere liessen sich in der Regel keine unveränderten Spuren mehr im Chylus erkennen, nur dass nach dem Genuss der Butter der Chylus überaus reich an Fett war, und nach dem Genuss von Stärkemehl im Chylus eines Hundes sich Zucker zeigte.

Die Veränderungen des Chylus im lymphatischen System, mögen sie nun in der Beimischung von Materie, oder in der Umwandlung des Chylus selbst liegen, geschehen offenbar von den Wänden der Lymphgefässe in und ausserhalb der Lymphdrüsen; dass in den letztern auch der Einfluss der Wände der Lymphgefässnetze die Hauptsache ist, beweisen die Vögel, Amphibien und Fische, welche keine Mesenterialdrüsen besitzen. Man muss sich daher auch die Mesenterialdrüsen selbst nur als aus den Lymphgefässnetzen der eintretenden und austretenden Lymphgefässe zusammengesetzt denken, worin der Contact des Inhaltes mit den Gefässen durch Flächenvermehrung vervielfältigt ist. Da diese Lymphgefässnetze, wie Injectionen von Quecksilber zeigen, nicht sehr klein sind, so müssen die Lymphgefässe in jenen Netzen ihre Wände behalten, und diese Wände müssen wie in den einfachen Lymphgefässen von den sehr feinen Capillargefässnetzen durchzogen seyn, so dass das Blut nur mittelbar durch die Capillargefässnetze in den Wänden der Lymphgefässe mit dem Chylus der Lymphdrüsen in Berührung kömmt, wobei allerdings aufgelöste Theile des Blutes, vielleicht der Faserstoff, durchdringen können, vielleicht auch Färbestoff des Blutes, der sonst an den Blutkörnchen haftet, in den Zustand der Auflösung tritt und in den Chylus übergeht. Blutkörperchen selbst können hierbei nicht in den Chylus übergehen. Ueber die sehr zweifelhafte Aufnahme von Chylus in feinen Venen der Lymphdrüsen, so wie über den problematischen Zusammenhang von Venen und Lymphgefässen siehe oben p. 257.

Was die Aehnlichkeit und den Unterschied von Chylus und Lymphe betrifft, so stimmen Beide darin überein, dass sie Kügelchen enthalten; allein die der Lymphe sind überaus sparsam, die Kügelchen des Chylus machen diese weisslich, die Lymphe ist klar und meistens farblos; sie stimmen ferner überein, dass sie Faserstoff aufgelöst enthalten, doch scheint letzterer in geringer Quantität in der Lymphe enthalten; denn in Tiedemann's und Gmelin's Beobachtungen von einem mit Hafer gefütterten Pferde gaben 100 Theile Chylus aus den Saugadern des Mesenterium 0,37 trockne Placenta, die Lymphe des Beckens nur 0,13. Dieser Unterschied kann indess auch scheinbar seyn und von der grossen Menge der im Chylus enthaltenen und vom Coagulum des Faserstoffs zum Theil mit eingeschlossenen Kügelchen herrühren. Lymphe und Chylus unterscheiden sich aber auch sehr durch den Gehalt von Fett in dem letztern, welches in der Lymphe nicht bemerkt wird, ein Unterschied, welcher verursacht, dass der Chylus ausser dem Gerinnsel, auch eine rahmartige Masse an der Oberfläche häufig absetzt. Die Salze des Chylus und der Lymphe scheinen ohngefähr dieselben, auch die Lymphe enthält sehr viel Kochsalz, und reagirt alkalisch. Dass die häufig

röthliche Farbe des Chylus vom Färbestoff des Blutes herrührt, wird durch Tiedemann's und Gmelin's Versuche bewiesen, welche gezeigt haben, dass diess Roth von Hydrothionsäure grün gefärbt wird. Dass dieses Blutroth aus den Nahrungsmitteln ausgebildet werde, ist gar nicht wahrscheinlich, weil auch besonders die Lymphe der Milz oft röthlich ist. Eine andere Frage ist, ob das Blutroth des Chylus und der Milzlymphe den Kügelchen derselben anhaftet, wie das Blutroth den Blutkörperchen, oder ob es aufgelöst ist. In Tiedemann's und Gmelin's Versuchen war nicht allein die Placenta von röthlichem Chylus röthlich, sondern häufig auch das Serum noch röthlich;. indess ist das Serum von Chylus selten klar und enthält immer noch Kügelchen, und Emmert will sogar nach Auswaschen des röthlichen Chyluskuchens in dem Wasser rothe Kügelchen bemerkt haben (?). Hewson sah in der rothen Milzlymphe rothe Körperchen. Dieser Punkt ist bis jetzt nicht klar, und es muss weiter hin ausgemittelt werden, ob das röthende Princip des Chylus und der Milzlymphe aufgelöst ist, oder von gerötheten Kügelchen herrührt. Blutkörperchen selbst können diess indess nicht wohl seyn, weil das Durchgehen von Blutkörperchen durch die Wände der Capillargefässe gegen alle Beobachtung ist. Vielleicht geht der Färbestoff der Blutkörperchen aus den Capillargefässen der Milz in einen aufgelösten Zustand über, und dringt in die Milzlymphe, von wo aus er entweder im Serum des Chylus aufgelöst ist, oder sich mit den Kügelchen verbindet. Der Färbestoff des Chylusgerinnsels lässt sich übrigens auch wie der des Blutcoagulums auswaschen, wie Emmert zeigte. Vom Blut unterscheidet sich der Chylus, wie er sich im Ductus thoracicus befindet:

1. Durch die Unauflöslichkeit der Chyluskügelchen im Wasser, während die Blutkörperchen bis auf ihren unlöslichen Kern im Wasser sich leicht auflösen.

2. Durch den Mangel der Substanz des Blutrothes. (Nicht constant.)

3. Durch die Form der Kügelchen und ihre Grösse.

4. Der Chylus reagirt zwar alkalisch, wie Emmert, Vauquelin und Brande fanden, aber nach Tiedemann und Gmelin schwächer als Blut, und zuweilen gar nicht.

5. Die Quantität der festen Stoffe ist im Chylus geringer als im Blute. 1000 Theile Chylus enthalten nach Vauquelin nur 50—90 Theile feste Substanz, während nach Prevost und Dumas 1000 Theile Blut 216 und nach Lecanu 185 feste trockne Theile enthalten. Nach Reuss und Emmert enthielten 1000 Blutserum 225, dagegen 1000 Chylusserum nur 50 feste Theile.

6. Im Serum des Chylus sind nach Tiedemann und Gmelin bei den Schafen, Hunden, Pferden 2,4—8,7 Proc. feste Theile enthalten, nach Prevost und Dumas im Serum des Blutes dieser Thiere aber 7,4 bis 9,9 feste Theile.

7. Die Quantität des Faserstoffs ist im Chylus ausserordentlich viel geringer. 100 Theile Chylus von Pferden, Hunden, Schafen enthielten nach Tiedemann und Gmelin 0,17—1,75 trocknen Faserstoff. In Reuss's und Emmert's Versuchen (Scherer's *Jour-*

*nal* 5. 164.) enthielten 1000 Theile Blut vom Pferde 75 (nassen?) Faserstoff, 1000 Theile Chylus nur 10.

8. Der Faserstoff des Chylus scheint auch in seiner Ausbildung einigermassen von dem Faserstoff des Blutes verschieden und dem Eiweiss näher zu stehen; denn nach Brande löst Essigsäure von dem Chyluskuchen (so wie von Eiweiss) nur einen kleinen Theil auf, da hingegen der Faserstoff sonst ziemlich auflöslich ist in Essigsäure.

9. Im Chylus ist viel freies Fett enthalten, welches den Rahm auf der Oberfläche bildet. Blut enthält kein freies, sondern gebundenes Fett, was auch ausserdem im Chyluskuchen enthalten ist.

10. Der Chylus enthält Eisen gleich dem Blut, und bringt diesen Stoff aus den Nahrungsmitteln ins Blut. Aber das Eisen scheint in dem Chylus lockerer von anderen Theilen gebunden zu seyn, und lässt sich daraus viel leichter durch Reagentien erweisen, als im Blut. Die salpetersaure Auflösung des röthlichen Faserstoffs vom Chylus wird nach Emmert von Galläpfeltinctur schwarz, und giebt mit blausaurem Kali einen berlinerblauen Bodensatz. Der ausgewaschene Kuchen, von Salpetersäure aufgelöst, wurde von Kalilösung bräunlich und gab beim Aufgiessen von blausaurem Kali und Salzsäure ein berlinerblaues Präcipitat, auch das zum Auswaschen des Kuchens gebrauchte Wasser, welches im Bodensatz kleine rothe Körperchen zeigte (?), zeigte eine Reaction dieser Materie auf phosphorsaures Eisen. Auch das Serum des Chylus reagirte auf Eisen selbst dann noch, wenn es von Eiweiss befreit worden; Reil's *Arch.* 8. *p.* 167. Das Eisen scheint im Chylus lockerer gebunden als im Blute, weil es sich schon durch Salpetersäure ausziehen lässt, und mit Galläpfeltinctur einen schwarzen, mit blausaurem Kali einen blauen Niederschlag giebt. Dagegen vermuthet Emmert, dass das Eisen, welches sich in den Nahrungsstoffen des Dünndarms vorfindet, einen höheren Grad von Oxydation besitze, weil die Flüssigkeit aus dem Dünndarm der Pferde sauer ist, weil die filtrirte Flüssigkeit aus dem Darm des Pferdes, das mit verdauten Speisen angefüllt war, mit Galläpfeltinctur und blausaurem Kali gleich nach der Vermischung einen schwarzen und blauen Niederschlag gab, während der Chylus nur sehr langsam die Farbeveränderung zeigte.

Nach der Unterbindung des Ductus thoracicus folgt der Tod in der Regel unvermeidlich, nach Duverney in 15, nach A. Cooper in 9—10 Tagen, nach Dupuytren's Versuchen an Pferden in 5—6 Tagen; zuweilen unterliegen die Thiere nicht, wenn noch mehrere Verbindungen des untern Theils des Ductus thoracicus mit dem obern Theil desselben statt finden, auch wohl wenn, wie Panizza bei Schweinen, und Wutzer mit mir einmal beim Menschen sah, Verbindungen mit der Vena azygos statt finden, oder wenn 2 Ductus thoracici vorhanden sind (Vögel, Schildkröten).

Schriften über den Chylus: Werner *de modo quo chymus in chylum mutatur. Tübingae,* 1800. Horkel's *Archiv für die thierische Chemie. T.* 1. *Heft.* 2. Emmert und Reuss, Scherer's *Journal* 5. *p.* 154. 691. Emmert, Reil's *Archiv* 8. *p.* 145. Marcet *medico-chirurg. transact.* 1815. 6. 618. Meck. *Arch.* 2. 268.

Brande *philos. transact.* 1812. Meck. *Arch.* 2. 278. Prout *Annals of philos.* 13. *p.* 12. 263. Meck. *Arch.* 6. 78. Ant. Mueller *dissert. exp. circa chylum. Heidelb.* 1819. Tiedemann und Gmelin a. a. O. 2. 66.

## *VII. Capitel.* Von der Function der Milz, der Nebennieren, der Schilddrüse und der Thymusdrüse.

Die hier genannten *Drüsen ohne Ausführungsgänge* (p. 418.), haben mit einander gemein, dass sie dem durch sie strömenden Blute irgend eine materielle Veränderung mittheilen, oder dass die von ihnen abstammende Lymphe eine besondere Rolle in der Chylification und Blutbildung spielt. Denn das Venenblut, das von ihnen kommt, und die von ihnen kommende Lymphe sind die einzigen von ihnen ausgeführten und in die allgemeine Oeconomie zurückfliessenden Stoffe.

### A. Von der Milz.

1. *Bau der Milz.* (Mueller *im Archiv der Anat. und Physiol.* 1834. 1.)

Die Milz kömmt nur bei den Wirbelhieren vor, sie ist hier fast durchaus beständig. Nach Rathke und Meckel sollte sie bei den Cyclostomen (Petromyzon, Ammocoetes) fehlen. Mayer (Froriep's *Notizen* 737.) hält ein drüsiges Organ an der Cardia von Petromyzon marinus für die Milz. Bei Myxine fehlt die Milz nach Retzius wirklich, was ich von diesem Thiere wie von dem verwandten Heptatrema bestätigen kann. Sonst ist die Milz allgemein. Sie fehlt weder beim Chamäleon, wo sie Treviranus vermisst hat, noch bei den Schlangen, wo sie meist Meckel übersah, bei den letzteren liegt sie, nach Retzius und Mayer, in der Nähe des Pancreas. Bei den Cetaceen ist die Milz in mehrere Milzen zerfallen. Die Milz liegt beim Menschen und den Säugethieren in demjenigen, doppeltblättrigen Theil des Peritoneums, der von der vordern und hintern Fläche des Magens zur grossen Curvatur desselben hingehend zwischen der grossen Curvatur, dem Zwerchfell und dem Colon transversum ausgedehnt ist; vom Magen ab bis zum Colon transversum Netz, Netzbeutel genannt wird. Da dieser Theil des Peritoneums beim Embryo vor dem 4. Monat mit dem Colon noch nicht verwachsen ist, sondern in der hintern Wand der Bauchhöhle in das Peritoneum sich inserirt, oder darin fortsetzt, so ist dieser, anfangs von der grossen Curvatur zur hintern Wand der Bauchhöhle sich erstreckende, und anfangs noch nicht herabhängende Theil des Bauchfells frühzeitig ein wahres Magengekröse (Mesogastrium). Siehe oben p. 476. Die Milz, welche zwischen den zwei Blättern dieses Theils liegt, ist also ursprünglich im Magengekröse enthalten, gleich wie die Lymphdrüsen im Mesenterium enthalten sind. Betrachtet man nun das ganze Gekröse als von der hinteren Mittellinie ausgehend, wie denn auch das Magen-

gekröse anfangs von der hintern Mittellinie zur grossen Curvatur gelangt, so ist also, genau genommen, die Milz nicht ein Organ der linken Hälfte des Körpers, sondern der Mittellinie zwischen den beiden Blättern des Mesogastriums, in der Gefässschicht sich erzeugend. Erst allmählig, da die Insertion des Mesogastriums in die hintere Bauchwand sich nach links wendet, kömmt auch die Milz nach links. Die Milz ist also kein Organ der linken Seite, der das Paarige der rechten Seite fehlt, eben so wie auch die Leber ursprünglich nicht vorzugsweise der rechten Seite, sondern mit gleichen Hälften der Mittellinie angehört.

Die Milz ist von einer festen fibrösen Haut überzogen, welche viele balkenartige Fortsätze durch das Innere der Milz ausschickt, durch welche das zarte, pulpöse, rothe Gewebe der Milz suspendirt ist. Innerhalb dieses rothen Gewebes kommen bei mehreren Thieren weissliche, runde, mit blossen Augen sichtbare Körperchen vor, welche von Malpighi zuerst entdeckt worden.

Fast alle späteren Schriftsteller, welche sich mit Untersuchung der weissen Körperchen der Milz abgegeben haben, haben den Fehler begangen, dass sie ihre Untersuchungen nicht mit hinreichender Genauigkeit an den von Malpighi namhaft gemachten Thieren, nämlich dem Rind, Schaf, der Ziege, dem Igel und Maulwurf, angestellt haben, und dass sie etwas ganz Unähnliches, das man zuweilen bei anderen Thieren, am seltensten beim Menschen findet, mit den weissen Körperchen der Milz jener Thiere verwechselt, und von der Beschaffenheit der einen auf die Beschaffenheit der anderen Thiere geschlossen haben. Malpighi selbst hat mit diesem Missgriff den Anfang gemacht, obgleich seine Beschreibung von den weissen Körperchen der Milz, von der Untersuchung dieser Körperchen von dem Rind, der Ziege und dem Schafe hergenommen seyn muss. Nur Wenige haben sie beim Menschen geläugnet, wie Rudolphi; diess ist in so fern ganz richtig, als die von Malpighi beschriebenen Körperchen sicher beim Menschen, so wie bei vielen Säugethieren nicht vorkommen. Nimmt man z. B. was Dupuytren (Assolant *Dissert. sur la rate. Par. X.*) über die weissen Körperchen der Milz des Menschen sagt, so kann man bei Kenntniss der fraglichen Theile in jenen Säugethieren nicht genug erstaunen, wie verschiedene Dinge man hier zusammengeworfen hat. Diese Körperchen sind nach Dupuytren und Assolant in der Milz des Menschen graulich, sehr weich und nicht hohl, und haben einen Durchmesser von $\frac{1}{5}$ bis 1 Par. Linie. Sie sollen so weich seyn, dass sie beim Aufheben mit dem Messer zerfliessen. Nach Meckel sind es rundliche, weissliche, höchst wahrscheinlich hohle, oder wenigstens sehr weiche Körperchen von $\frac{1}{6}$ bis 1 Linie Durchmesser, sehr gefässreich. Dergleichen weiche, beim Druck leicht zerfliessende Körperchen sieht man allerdings zuweilen bei dem Hunde, der Katze und in sehr seltenen Fällen deutlich beim Menschen. Sie sind es, welche nach Home, Heusinger und Meckel, bei Thieren, nach eingenommenem Getränk, beträchtlich anschwellen sollen, was ich bezweifle. Etwas durchaus Verschiedenes sind die von Malpighi ursprünglich gemeinten Körperchen der Milz einiger

Pflanzenfresser. Ueber die Beschaffenheit der unbestimmten, weissen, weichen Pünktchen in der Milz einiger Säugethiere habe ich nichts herausbringen können; aber die traubenförmigen Körperchen in der Milz des Rindes, des Schafes und des Schweins können sehr gut in Hinsicht ihres Zusammenhanges und ihrer Beschaffenheit untersucht werden. Folgendes ist dasjenige, was ich darüber gefunden habe.

In der Milz mehrerer pflanzenfressenden Thiere (des Rindes, des Schafes, des Schweins) giebt es gewisse runde, weisse Körperchen von der Grösse von $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{2}$ Millimeter; diese Körperchen sind ziemlich hart, und weit entfernt, beim Druck zu zerfliessen. Rudolphi (*Grundriss der Physiologie. Band II. Abtheilung* 2. *p.* 175.), welcher die Malpighi'schen Körperchen mit Recht nur in der Milz von Säugethieren annimmt, sagt, dass sie herausgehoben zusammenfallen oder zerfliessen. Diess kann sicherlich nicht von den weissen Körperchen, welche hier beschrieben werden, gelten, da diese bestimmt umschriebenen und fast durchgängig gleich grossen Theilchen ganz consistente und dem Druck einigermassen widerstehende, beim sanften Zerreiben der Milz meist unzerstörbare Bildungen sind. Man sieht sie bald an der Milz des Schweines, Schafes, Rindes, auf Durchschnitten der Milz, oder noch besser, wenn man die Milz zerreisst, auf den Rissflächen, oder wenn man die Milz dieser Thiere einige Zeit maceriren lässt; dann nämlich erweicht sich die pulpöse Substanz der Milz ganz und wird schwärzlich, während die weissen Körperchen viel länger ungefärbt, nämlich weissgrau und unaufgelöst sich erhalten. Sind zerrissene Stücke der Milz einige Zeit macerirt worden, so erkennt man auch deutlich den Zusammenhang der Körperchen; man sieht, dass sie unter einander durch Fäden verbunden sind, und man kann ganze Büschel derselben aus der halbmacerirten Milz des Schweines und Schafes absondern. Bei Untersuchung der frischen Milz dieser Thiere ist es viel schwerer, den Zusammenhang dieser Körperchen zu erkennen; nur mit grosser Geduld lassen sich Büschel zusammenhangender Körper rein herauspräpariren, indem man unter der Loupe mit Nadel und Pincette arbeitet. Heusinger (*Ueber den Bau und die Verrichtung der Milz. Thionville,* 1817.) bemerkt, wenn man ein Stück Milz, worin sich weisse Körperchen befinden, im Wasser einige Zeit zwischen den Fingern reibe, so könne man sie in kleinen Häufchen absondern, so dass sie nun traubenartig zusammenhängen und an kleinen Stielchen befestigt scheinen. Diess ist ganz richtig, kann aber bloss von den hier gemeinten weissen Körperchen des Schweines, Schafes, Rindes gelten.

Diese Körperchen sind rundlich, zuweilen auch oval, fast durchgängig gleich gross; sie variiren beim Schwein und Schaf von $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{2}$ Millimeter Durchmesser, beim Rind sind sie ein wenig grösser. Am leichtesten ist es, sie in der Milz der Schweine und Schafe zu untersuchen; ich kann mir es nur durch einen Gedächtnissfehler erklären, dass Rudolphi diese Körperchen beim Schweine ganz läugnet, da sie doch bei keinem Thiere leichter zu sehen, leichter zu untersuchen sind. Ob diese

Körperchen auch in der Milz der Ziege, des Maulwurfs und des Igels vorkommen, wie Malpighi angab, weiss ich nicht. Bei der Ziege sind sie wohl wahrscheinlich, wie bei den Wiederkäuern überhaupt, vorhanden; bei dem Pferde fehlt auch die geringste Spur derselben. Die weissen, ganz weichen, beim Druck leicht zerfliessenden Punkte, die man von sehr verschiedener Grösse, zuweilen grösser als die hier gemeinten Körperchen, in der Milz von Hunden, Katzen, selten von Menschen wahrnimmt, sind etwas ganz Anderes, dessen Bedeutung mir noch nicht klar geworden ist.

Bei näherer Untersuchung sieht man nun, dass keines dieser Körperchen isolirt ist; immer wird man jedes Körperchen nach einer oder nach beiden Seiten hin in Fortsätze auslaufen sehen. Zuweilen, aber selten, sind sie unter einander eine Strecke wie Knötchen einer Schnur verbunden, während die einzelnen Knötchen wieder feine Würzelchen ausschicken; meistens sitzen sie kurz gestielt an weniger dicken Fäden, welche Aeste von anderen Fäden sind, oder, was das häufigste ist, sie sitzen an der Seite von ästigen Fäden mit schmälerer oder breiterer Basis ungestielt auf. Die Fäden, welche sie verbinden, werden allmählig dünner in der Richtung der Verzweigung und gehen offenbar von grösseren Strängen aus. Die meisten Körperchen schicken überaus zarte Würzelchen aus. Die stärkeren Aeste, woran sie sitzen, zeigen auf dem Durchschnitt ein Lumen, wie sich bei microscopischer Untersuchung erweist. Was aber am meisten Interesse erregt, ist, dass man die Aeste, woran die Körperchen sitzen, nach ihren Stämmchen hin verfolgen kann und dass man bei Verfolgung dieser Stämmchen zuletzt offenbar auf die Stämme der Blutgefässe der Milz gelangt.

Als ich so weit in der Untersuchung der Milz beim Schweine gelangt war, wünschte ich vorzüglich zu wissen, ob die Körperchen der Milz an den Venenzweigen oder den Arterienzweigen sitzen. Sollten sie von den Venenzweigen ausgehen, so konnte man sich denken, dass sie einen eigenthümlichen Saft dem Venenblute der Milz zuführen, so dass die Venen gleichsam die Ausführungsgänge dieser Drüschen wären. Diese Ansicht widerlegte sich aber bald bei weiterer Untersuchung, indem die Stämmchen der Zweige, woran die Körperchen sitzen, sich als Arterien auswiesen. Sobald ich hierüber im Klaren war, konnte ich nun auch beim Schweine von den Aesten der Milzarterie, indem ich der Verzweigung folgte, zu denjenigen Zweigen gelangen, an welchen die Körperchen sitzen. Nun war das nähere Verhältniss der Körperchen zu den Arterien zu entdecken. Hierzu wurden feine Injectionen der Arterien gemacht, welche hier sehr schwierig sind. Die Injection erscheint hier in den noch mit blossen Augen sichtbaren Arterienzweigen, wenn rothe Masse injicirt worden, als ein rother Faden, der von einer weissen Scheide der kleinen Arterie umgeben ist, die zuweilen, aber selten, hier und da ein blassblutig fleckiges Ansehen hat, was man auch wohl hier und da, aber ausnahmsweise, an den weissen Körperchen sieht. Es rührt dann vielleicht von der anliegenden rothen pul-

pösen Substanz der Milz her. Diese weisse Scheide umgiebt die kleine Arterie nicht ganz gleichförmig dick, sondern die die Arterie enthaltende Scheide ist, wie man besonders beim Schweine deutlich sieht, an vielen Stellen und ganze Strecken weit etwas platt, auch scheint hier die kleine Arterie an der einen Seite der abgeplatteten Scheide zuweilen deutlicher durch, als an der andern. Bei der weitern Verzweigung verliert sich diese überhaupt nur stellenweis vorkommende Abplattung. Die weisse Scheide, welche unmerklich mit den Aesten der Milzarterie beginnt, begleitet die Arterienästchen bis zu den feinsten Zweigen. Diese Scheiden haben auch das Merkwürdige, dass sie nicht in gleichem Grade, wie die in ihnen liegende kleine Arterie, bei der Verzweigung feiner werden; sie behalten vielmehr zuletzt eine gewisse Dicke und sind dann die an Dicke von $\frac{1}{5}$ bis $\frac{1}{2}$ Millimeter variirenden Fäden, woran die Körperchen von $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{2}$ Millimeter fest sitzen. Die Körperchen sind also blosse Auswüchse der weissen Scheide der kleinen Arterien. Ich muss noch bemerken, dass die fraglichen Fäden, woran die Körperchen sitzen, durchaus von dem fibrösen Balkengewebe verschieden sind, welches von der fibrösen äussern Haut der Milz ausgehend, die blutrothe pulpöse Substanz derselben in allen Richtungen durchzieht und diese zarte Masse trägt, und dass die weissen Fäden der Körperchen in keinem Zusammenhang mit dem fibrösen Balkengewebe stehen.

Da ich einmal gefunden hatte, dass die weissen Körperchen blosse Auswüchse von feinen Fäden sind, welche feine Arterien enthalten, so wünschte ich zu wissen, ob die feinen Körperchen mit der Höhle der Arterien zusammenhangen oder wenigstens Zweigelchen von ihnen erhalten. Durch feine Injectionen von Leim und Zinnober, oder von Quecksilber, das ich mit der Stahlspritze injicirte, fand ich nun, dass die injicirten Zweigelchen der Arterie selbst theils an der Seite der Körperchen sich fortsetzen, ohne diesen ein Aestchen abzugeben, theils gerade durch einen Theil des Körperchens oder durch das ganze Körperchen hindurch gehen, wobei jedesmal in dem Körperchen nichts von den Arterienzweigelchen bleibt. Diese feinen Arterienzweigelchen scheinen sich weniger durch die Mitte der Körperchen, als an ihren Wänden fortzusetzen und dann die Körperchen zu verlassen. Wenn ein Arterienzweigelchen in dem Körperchen sich in mehrere Aestchen theilt, was niemals auf der Oberfläche, sondern immer in der Dicke seiner Wände geschieht, so gehen diese doch wieder daraus hervor, um sich auf das feinste in der umgebenden rothen, pulpösen Substanz der Milz zu verbreiten: in diese rothe Substanz der Milz gehen überhaupt zuletzt alle feinsten, pinselförmig verzweigten Arterien hin. Aus allem diesen ist mir zur Gewissheit geworden, dass die weissen Körperchen, als blosse Auswüchse der Scheiden, der feinern Verzweigung der eigentlichen Arterien ganz fremd bleiben.

Die Körperchen haben einen Inhalt. Die darin enthaltene flüssige, weisse, breiige Materie besteht grösstentheils aus fast lauter gleich grossen Körperchen, welche ungefähr so gross wie

Blutkörperchen, aber nicht wie Blutkörperchen platt, sondern unregelmässig kugelförmig sind. Diese Körperchen sehen unter dem Microscop gerade so aus und sind eben so gross wie die Körnchen, welche die rothe Substanz der Milz ausmachen.

Die rothe pulpöse Substanz besteht aus lauter rothbraunen Körnchen, so gross wie Blutkörperchen, von diesen aber verschieden dadurch, dass sie nicht platt, sondern unregelmässig kugelig sind. Diese Körnchen lassen sich sehr leicht von einander ablösen. In der durch ihre Aggregation gebildeten pulpösen Masse der Milz verbreiten sich die büschelformig verästelten feinsten Arterien, bis in die venösen, vielfach unter einander anastomosirenden Kanäle, in welche von da das Blut gelangt, ehe es von jedem Theile der Milz in das Venenstämmchen desselben übergeht. Sie sind sehr merkwürdig. Diese ziemlich starken anastomosirenden Anfänge der Venen scheinen kaum noch eine Wandung zu haben. Betrachtet man ein Stückchen der Pulpa der Milz genauer, so sieht man, dass diese Pulpa wie durchlöchert ist, und dass sie gleichsam ein Netz von rothen Balken bildet, deren Durchmesser stärker ist, als die zwischen ihnen sich findenden Zwischenräume und Kanäle. Diese venösen Kanäle sind es, welche beim Aufblasen der Milz von den Venen aus, jener Substanz ein zelliges Ansehn geben. Injieirt man Wachsmasse durch die Venen, so erhält die Milz das Ansehn der Corpora cavernosa penis. Zellen sind hier nicht vorhanden. Die zarte, rothe, von venösen Kanälen unter den mannichfaltigsten Richtungen durchschnittene und durchlöcherte Substanz der Milz ist so weich und zerstörbar, dass die einzelnen Theile dieser Substanz einer Suspension bedürfen, und diese wird dadurch ausgeführt, dass die weiche Substanz von dem fibrösen Balkengewebe, welches von der äusseren Haut der Milz ausgeht, in den mannichfaltigsten Richtungen durchsetzt wird. Die weissen Körnchen verhalten sich zu der rothen Substanz so, dass sie von ihr umgeben sind, und nicht so, wie Malpighi annahm, in Zellen der Milz liegen. Feine, weisse Würzelchen gehen von den weissen Körnchen in die rothe Substanz über, und enthalten zum Theil deutlich Arterienzweigelchen.

2. *Function der Milz.*

Das Einzige, was man von der Bedeutung der Milz kennt, ist, dass sie keine grosse Bedeutung in der thierischen Oeconomie hat, indem sie nach übereinstimmenden Erfahrungen vieler Beobachter ohne irgend eine erhebliche Folge exstirpirt werden kann. Nach dieser Exstirpation hat Dupuytren bei Hunden grössere Gefrässigkeit bemerkt, Mayer (*med. chirurg. Zeit.* 1815. 3. *Bd.* 189.) Vergrösserung der Lymphdrüsen, was wenigstens nicht constant ist. Auch die von Einigen behauptete vermehrte Harnabsonderung nach Exstirpation der Milz ist nach Tiedemann und Gmelin keine wesentliche und constante Erscheinung. Eben so wenig beobachteten sie Erscheinungen von schlechter Verdauung, wie Mead und Mayer; sie fanden auch keine Veränderung in der Galle, und es ist also unrichtig, wenn Mehrere diese sehr bitter und dunkelgefärbt gefunden haben wollten. Siehe Tiedemann und Gmelin *über die Wege etc. p.* 105.

Die Widerlegung der Hypothesen über die Function wird uns nicht lange beschäftigen, da sie zum Theil auf ganz unrichtigen Voraussetzungen beruhen, die anderen sich aber weder beweisen noch widerlegen lassen.

Widerlegen lassen sich alle Hypothesen, welche die Milz als in einem wesentlichen Verhältniss zur Leber stehend betrachten. Doellinger betrachtet die Milz als das Product einer symmetrischen Bildung, die Milz sey gleichsam die unausgebildete rechte Leber. Diess ist unrichtig, weil die Leber anfangs ganz symmetrisch ist und in gar keiner Beziehung zur Milz steht, und weil die Milz selbst symmetrisch ist, indem sie in der Gefässschicht der Gekrösblätter, nämlich im Magengekröse, sich bildet, wie früher bemerkt wurde. Auch auf den Umstand, dass die Milzvene zur Pfortader geht, und auf die Hypothese, dass die Milz das Blut zur Gallenabsonderung vorbereite, ist kein Werth zu legen; denn die Beziehung zur Pfortader hat sie mit dem ganzen chylopoetischen System und bei den niedern Wirbelthieren sogar mit den unteren Extremitäten, bei den Fischen mit den Genitalien und der Schwimmblase gemein. Vergl. oben p. 161. Einige sprechen ohne allen Beweis von Desoxydation des Blutes in der Milz. Andere lassen durch die Milz die Absonderung des Magensaftes gefördert werden, weil sie bei angefülltem Magen weniger Blut aufnehme (?), wieder Andere, wie Lieutaud, Moreschi, sehen die Milz als einen Blutbehälter für den Magen an, indem entweder durch den Druck des angefüllten Magens weniger Blut der Milz aus der Arterie zufliessen soll, was für die Thiere nicht passt, wo die Milz nicht am Magen liegt, oder indem der verdauende Magen mehr Blut anziehe. Aehnlich ist die Hypothese von Dobson (*Lond. med. phys. Journ. Oct.* 1820. Froriep's *Not.* 615.). Nach ihm soll die Milz zur Zeit, wo der Process der Bildung des Chymus zu Ende ist anschwellen, nämlich 5 Stunden nach der Mahlzeit habe die Milz das Maximum ihres Volumens erreicht; 12 Stunden nach dem Füttern sey die Milz klein und enthalte wenig Blut. Da nun nach einer Mahlzeit eine grössere Quantität Blut im Organismus sich befinde als zu irgend einer andern Zeit, und da die Blutgefässe diese Vermehrung ohne Nachtheil nicht aufnehmen können, so sey die Milz ein Behälter für diesen Ueberschuss. Nachdem aber die Absonderung dieses Maximum der Blutmasse wieder vermindert habe, nehme auch das Volumen der Milz wieder ab. Die Prämissen scheinen mir nicht erwiesen.

Dobson will ferner die Versuche von Magendie bestätigt haben, nach welchen das Volumen der Milz durch Injection von Flüssigkeiten in die Venen vermehrt werden soll. Die Annahmen von Defermon (*Nouv. biblioth. méd. Mars* 1824. Froriep's *Not.* 148.), dass das Volumen bei dem Genusse verschiedener Stoffe sich verändere, sich unter dem Einfluss des Strychnins, Kamphers, essigsauren Morphiums vermindere, scheinen mir eben so wenig erwiesen. Home glaubte einst aus der unerwiesenen Annahme, dass die Milz nach Genuss von Getränken anschwelle, die Flüssigkeiten sollten auf unbekannten Wegen aus dem Magen zur Milz,

und von da zur Harnblase gebracht werden, was er später zurückgenommen. *Philos. transact.* 1811.

Die Function der Milz beruht wahrscheinlich entweder in einer unbekannten Veränderung des durch ihr Gewebe durchgehenden Blutes, wodurch sie zur Blutbildung beiträgt, oder sie sondert eine eigenthümliche Lymphe ab, welche zur Chylification beiträgt, indem die Lymphe zur übrigen Lymphe ergossen wird. Nur die Venen oder die Lymphgefässe können die durch die Milz veränderte thierische Materie ausführen; Letzteres ist die Hypothese von Tiedemann. Welche von beiden Ansichten richtig, ist unbekannt, und worin jene Veränderung der thierischen Materie besteht, noch weniger bekannt.

Das Blut der Milzvene ist von anderem Venenblute nicht verschieden, wenn diess gleich von Autenrieth (*Physiol.* 2. 77.) behauptet worden. Tiedemann und Gmelin sahen es wie anderes Blut gerinnen. *Versuche über die Wege etc. p.* 70.

Hewson hatte die Ansicht aufgestellt, dass die Milz, wie die lymphatischen Drüsen und die Thymusdrüse, bestimmt sey, aus dem arteriellen Blute einen Saft abzusondern, welcher, der Lymphe beigemischt, die Blutkörperchen ausbilde. Hewson *opus posth. sive rubrarum sanguinis particularum thymi et lienis descriptio.* 1786. Diess kann wohl nicht richtig seyn, da die Blutkörperchen sich eben so gut nach Exstirpation der Milz ausbilden. Hewson, Tiedemann und Fohmann sahen die Milzlymphe röthlich; diess ist indess keine constante Erscheinung. Seiler sah wohl einige mit röthlicher Lymphe gefüllte Lymphgefässe auf der Oberfläche der Milz von Pferden, und ich sah wiederholt einige wenige der vielen grossen Lymphgefässe auf der Oberfläche der Milz des Ochsen eine blassrothe Flüssigkeit führen, diess scheint jedoch nur von etwas aufgelöstem Färbestoff des Blutes herzurühren. Ausserdem sah Seiler jene Färbung bei den meisten Pferden nicht, und bei den Eseln, Rindern (?), Schafen, Schweinen und Hunden niemals. *Anatom. physiol. Real-Wörterbuch.* 5. 330. Vergl. Jaekkel, Meckel's *Archiv.* 6. 581. Mehreres über die älteren Ansichten siehe bei Seiler a. a. O. und Heusinger *Ueber den Bau und die Verrichtung der Milz. Thionville*, 1817. Mayer behauptet beobachtet zu haben, dass die Milz sich bei wiederkäuenden Thieren nach der Exstirpation wiedererzeuge, indem sich nämlich an der Stelle der Exstirpation ein Körper von der Grösse einer Lymphdrüse nach einigen Jahren wiederfinde; diess wäre ein sehr interessantes Factum, wenn es sich strict beweisen liesse; diess ist aber kaum möglich, da die Thiere zuweilen kleine Nebenmilzen besitzen, auch ein Rest der Drüse zurückgeblieben seyn konnte. Zum Beweis, dass etwas Milzsubstanz sey, gehört die Darlegung der oben beschriebenen Bündelchen von weissen Körperchen, die in der Milz mehrerer Wiederkäuer vorhanden, und so leicht präparirt werden können.

## B. Von den Nebennieren.

### 1. *Bau der Nebennieren* (nach eigenen Untersuchungen).

Die Nebennieren kommen bei dem Menschen, den Säugethieren, Vögeln und unter den beschuppten Amphibien wenigstens bei den Schlangen vor, wo sie RETZIUS beschrieben hat. Bei den nackten Amphibien und bei den Fischen fehlen sie, bei einigen der nackten Amphibien, nämlich Fröschen, Salamandern und dem Axolotl, scheinen sie durch gefranzte Fettkörperchen, die am oberen Ende der Nieren ansitzen, ersetzt. Die Nebennieren bestehen aus einer gelben Rindensubstanz, die aus senkrechten Fasern besteht, und aus einer dunklen schwammigen Marksubstanz. Wenn sich eine Art Höhle im Innern der Nebenniere vorfindet, so ist diess immer die Nebennierenvene. In der Rindensubstanz haben die kleinsten Arterien und Venen eine ganz eigenthümliche Disposition. Sie haben nämlich die Form gerader, paralleler, gleich dicker, sehr enger Röhrchen, welche alle den nämlichen Durchmesser haben, und in der schönsten Regelmässigkeit dicht neben einander von der Oberfläche senkrecht nach innen gehen, und fast so eng wie die gewöhnlichen Capillargefässnetze sind. So bei Injection der Arterie, als der Venen, erhält man dieselben senkrechten Gefässe mit sehr länglichen Maschen injicirt. An der äussern Oberfläche der Nebennieren liegt ein gewöhnliches Capillargefässnetz, dessen Röhrchen kaum merklich enger sind, als die der Corticalsubstanz. Alle senkrechten Venenzweigelchen ergiessen sich in das Venengewebe der Marksubstanz. Die Medullarsubstanz der Nebennieren ist sehr schwammig und besteht grösstentheils aus einem Venengewebe, welches in die Zweige der Vena suprarenalis übergeht, die im Innern des Organes ziemlich weit ist. Durch die Vena suprarenalis kann man daher jenes ganze schwammige Gewebe aufblasen. Dieser Bau, den man durch feine Injectionen sehr gut darstellen kann, ist beim Ochsen, Kalb, Schaf, Schwein derselbe wie beim Menschen, indem die Nebennieren sich nur durch die äussere Form und Oberfläche unterscheiden. Ob das Blut während des Durchgangs durch das von mir beschriebene Gefässgewebe der Rinde eine eigenthümliche Veränderung erleidet, und als verändertes Blut durch die Vena suprarenalis zum übrigen Venenblut gelangt? Die Vena suprarenalis müsste man beim lebenden Thiere unterbinden, was auf der linken Seite angeht, und die Feuchtigkeit im Innern der Vene und Nebenniere untersuchen. Dass die Nebennieren bei den kopflosen Missgeburten vorzugsweise vor anderen Organen fehlen sollen, ist wohl nicht begründet.

2. *Function* unbekannt.

Beim Embryo des Menschen sind sie nach MECKEL's und meinen Untersuchungen anfangs grösser als die Nieren, und bedeken selbst die Nieren, wie z. B. bei einem 1 Zoll langen Embryo. Erst bei 10—12 Wochen alten Embryonen sind die Nieren den Nebennieren an Grösse gleich; dagegen sind nach meinen Beobachtungen die Nebennieren der Säugethierembryonen zu keiner Zeit grösser als die Nieren. Mit den Harnwerkzeugen stehen diese Organe wohl in keiner Beziehung. Bei der Lageveränderung der linken Niere auf die rechte Seite sah ich die Neben-

niere an der gewöhnlichen Stelle; eben so bei der Atrophie der linken Niere unverändert.

### C. Von der Schilddrüse.

1. *Bau der Schilddrüse.*

In der Schilddrüse scheinen sehr kleine Zellen enthalten zu seyn, deren Zusammenhang gleich wie der eigentliche Bau der Schilddrüse unbekannt ist. Im Kropf schwellen diese Zellen an und enthalten eine albuminöse Materie.

2. *Function der Schilddrüse* unbekannt.

### D. Von der Thymusdrüse.

1. *Bau der Thymusdrüse* (nach ASTLEY COOPER *the anatomy of the Thymus gland. Lond.* 1832.)

Die Thymusdrüse ist verhältnissmässig beim Fötus am grössten; nach der Geburt wächst sie noch und bleibt gross im ersten Jahr, hernach vermindert sie sich allmählig, bis sie zur Zeit der Pubertät ganz geschwunden ist. Die Thymus des Kalbes besteht aus grösseren und kleineren Lappen. Jeder Lappen wird durch zahlreiche absondernde Zellen und durch grössere Höhlen oder Behälter gebildet. Beim Menschen sind die grössten Lobuli nicht grösser als eine Erbse. Bei genauerer Untersuchung sieht man nach COOPER, dass die Lobuli, wenn sie aus einander entwickelt werden, zu Kränzen vereinigt sind, die wie Halsbänder als grössere und kleinere Perlen erschienen. Um die innere Structur zu beobachten, muss man eine leichte, oberflächliche Schicht von einem oder von mehreren Lappen zugleich wegnehmen, man sieht dann eine Menge kleiner Höhlen, diese Höhlen enthalten zum Theil eine reichliche weisse Flüssigkeit der Drüse. Aus diesen Höhlen gelangt die Flüssigkeit in einen gemeinsamen Behälter, und der letztere bildet einen gemeinsamen und verbindenden Raum zwischen den verschiedenen Lappen, und ist von einer zarten Haut ausgekleidet. Auf der innern Fläche des Behälters bemerkt man kleine Oeffnungen, welche in taschenförmige Erweiterungen führen, und durch diese Erweiterungen führen die Höhlen der Lappen zum gemeinsamen Behälter. Diese Oeffnungen sind jedoch nicht so zahlreich als die Lappen, weil jede Tasche mit mehr als einem Lappen zusammenhängt. Das Wesentliche des Baues besteht also darin, dass die kleinen Zellen oder Höhlen in der Substanz der Läppchen zuletzt zu einer taschenförmigen Erweiterung an der Basis jedes Hauptlappens führen, und dass diese taschenförmige Erweiterung durch eine kleine Oeffnung wieder mit dem gemeinsamen Behälter in Verbindung steht. Nach COOPER sitzt beim Kalbsfötus an jedem Horn der Thymus ein grosser Lymphgang, der mit einer Injection leicht angefüllt werden kann, und an der Verbindungsstelle der beiden Jugularvenen in die Vena cava super. sich endigt. Indessen ist die Verbindung der Lymphgefässe mit den Höhlungen der Drüse nicht erwiesen. Die Flüssigkeit der

Thymus ist weisslich und enthält weisse microscopische Partikeln, gerinnt von Alcohol, Mineralsäuren und Hitze. Liquor kali caustici verwandelt sie in einen fadenziehenden Stoff. 100 Theile enthalten 16 festen Stoff. Die Analyse auf die näheren thierischen Bestandtheile ist zu unvollkommen, als dass sie hier angeführt werden dürfte. Die Salze sind salzsaures und phosphorsaures Kali und phosphorsaures Natron; eine Spur von Phosphorsäure. Faserstoff scheint dieser Saft nicht zu enthalten, und dadurch unterscheidet er sich von der Lymphe und dem Chylus.

2. *Function.*

Nach Cooper's anatomischen Resultaten zu schliessen, wird aus der Thymus ein eigenthümlicher eiweissreicher Stoff durch die Lymphgefässe in die Venen ausgeführt; über die Art, wie diess Organ zur Blutbildung des Fötus und Kindes beiträgt, scheint es ganz unfruchtbar, Hypothesen aufzustellen.

Tyson (*Lond. med. surg. Journal. Jan.* 1833. Froriep's *Not.* 807.) stellt die Hypothese auf, dass die Thymus beim Fötus das Blut von den Lungen ableite, welches nach der Geburt den Lungen zugewendet werde. Diess ist offenbar eine Verirrung, wie jede Hypothese, welche die Function der Thymus als eines Theils des Fötus, und nicht als eines Theils auch des kindlichen Alters betrachtet.

## *VIII. Capitel.* Von der Ausscheidung der zersetzten Stoffe.

Das Leben ist mit einer beständigen Zersetzung der organischen Materie verbunden, deren Ursachen in dem allgemeinen Theil dieses Handbuchs p. 34. und 346. untersucht worden. Zur Aeusserung des Lebens ist die Einwirkung äusserer Reize nothwendig. Diese reizen mit Veränderung der materiellen Zusammensetzung, und es entstehen bei der Erzeugung edlerer Verbindungen nothwendig immer Ausscheidungen von unbrauchbaren Bestandtheilen der zersetzten Verbindungen. Aber auch die Umwandlung der Nahrungsstoffe in Blut macht die beständige Ausscheidung von unbrauchbaren Bestandtheilen nothwendig. Die Apparate, wodurch diese Zersetzungsproducte nicht gebildet, sondern nur ausgeschieden werden, sind die äussere Haut und die Nieren. Die Natur dieser Ausscheidungen soll hier untersucht werden. Die organischen Bedingungen aller Secretionen und Excretionen sind in dem Abschnitt von der Absonderung p. 407. zergliedert worden.

John Dalton (*Edinburgh new philosophical Journal. Nov.* 1832. *Januar* 1833.) stellte an sich selbst eine Reihe von Experimenten über die Quantität der von einer gesunden Person genommenen Nahrungsmittel in Vergleich mit den verschiedenen Excretionen an. Die erste Reihe derselben dauerte 14 Tage, wobei im Durchschnitt täglich 91 Unzen oder beinahe 6 Pfund avoir du pois an festen und flüssigen Stoffen verzehrt wurden. Der Totalbetrag des in 14 Tagen ausgeleerten Harns betrug 680 Unzen, der der Faeces 68 Unzen. Auf den Tag kamen im Durch-

schnitt 48½ Unzen Harn und 5 Unzen Faeces, zusammen 53½ Unzen. Da nun täglich 91 Unzen verzehrt wurden, so musste bei gleichbleibendem Gewicht des Körpers die Ausdünstung der Haut und Lungen 37½ Unzen betragen. Diese erste Reihe der Versuche war im März angestellt; die zweite fiel in den Juni, die dritte in den September. Im Sommer wurden 4 Unzen an festen Stoffen weniger, dagegen 3 Unzen an flüssigen Stoffen mehr ausgeleert. Durch die Ausdünstung gingen 44 Unzen, oder 6 Unzen, mehr als im Frühling, fort; im Herbst wurde die Hälfte der täglichen Consumtion durch die Ausdünstung ausgeschieden. Dalton berechnet, dass er täglich etwa 11½ Unze Kohlenstoff in den Nahrungsmitteln zu sich nahm. Das Carbon von dem Urin rechnete er 1¼ Proc.; diess giebt auf 48½ Unzen Urin täglich 0,5 bis 0,6 Unzen Kohlenstoff. Hundert Theile Faeces haben ¾ Wasser, Der Rest enthält nicht mehr als 10 Theile Kohlenstoff. Diess beträgt in 5 Unzen Faeces ½ Unze Carbon, also werden 10½ Unzen Kohlenstoff durch die Perspiration fortgeschafft. Nach früheren Untersuchungen (*Manchester memoirs. New series. Vol.* 2. *p.* 27.) brachte Dalton durch das Athmen in 24 Stunden 2,8 Pfund Troy Kohlensäuregas hervor. Diess beträgt gegen 0,78 Pfund Troy Kohlenstoff oder 0,642 Pfund avoir du pois oder 10¼ Unzen avoir du pois. Die wässrige Perspiration der Lungen beträgt höchstens 1,55 Pfund Troy = 1,275 Pfund avoir du pois = 20½ Unzen avoir du pois. Fügt man dazu 10¼ Unzen Kohlenstoff, so hat man 30¾ Unzen für das in einem Tage aus den Lungen ausgeathmete Wasser nebst Kohlenstoff, und zieht man diese von 37½ ab, so bleiben für die unmerkliche Ausdünstung aus der Haut 6¾ Unzen täglich, welche aus circa 6½ Unzen Wasser und ¼ Unze Kohlenstoff (?) bestehen werden. Daher würde man durch das Athemholen fünfmal mehr Substanz als durch die ganze Körperoberfläche verlieren.

In den 6 Pfund Nahrungsstoffen, die man täglich zu sich nimmt, rechnet Dalton gegen 1 Pfund Kohlenstoff und Stickstoff zusammengenommen; das Uebrige ist grösstentheils Wasser.

Die Ausscheidung fremdartiger, in den Kreislauf aufgenommener Stoffe geschieht nicht durch alle Oberflächen zu gleicher Zeit und gleich stark. Es zeigt sich vielmehr, dass eins oder das andere der Ausscheidungsorgane eine grössere Anziehung gegen gewisse fremdartige Stoffe äussert, und dieselben leichter ausscheidet als andere. So hat Magendie (*bulletin de la société philom.* 1811.) gezeigt, dass Alcohol, Kampher durch die Lungen aus dem thierischen Körper ausgeschieden werden. Dagegen werden salinische Stoffe und manche Färbestoffe leichter durch die Harnabsonderung, verändert oder unverändert, ausgestossen. Im Allgemeinen kann man sagen, dass diejenigen Stoffe, welche durch ein Ausscheidungsorgan in der Regel ausgeschieden werden, auch leicht Reize seiner Thätigkeit seyn können, und es lässt sich aus dieser Bemerkung die harntreibende Wirkung der Neutralsalze aus dem Umstande herleiten, dass diese Salze eben durch die Nieren meist unverändert wieder ausgeschieden werden.

Woehler (Tiedemann's *Zeitschrift. I. Bd.*) hat ausgedehnte

Untersuchungen über den Uebergang fremdartiger, in den Organismus aufgenommener Stoffe in den Harn angestellt, welche im Artikel von dem Harn ausführlicher mitgetheilt werden.

### I. Hautausdünstung und Schweiss.

Die äussere Haut ist der Sitz einer zweifachen Absonderung, von Fettabsonderung und von Ausdünstung; erstere findet in den Folliculis sebaceis der Haut statt, sie ist noch nicht untersucht. Beim Fötus bildet sie einen salbenartigen Ueberzug der Haut, Vernix caseosa, und besteht nach Frommherz und Gugert aus einem innigen Gemeng von einem dem Gallenfett ähnlichen Fett und Eiweiss, welches letztere indess vom Liquor amnii herrühren kann.

Die Quellen der wässrigen, dunstförmigen Absonderung sind die Haut und die Lungen. Bei stärkerer Bewegung und grösserer äusserer Wärme, und in verschiedenen Krankheiten, auch wenn die Ausdünstung durch Wachstaffet oder Pflaster verhindert wird, sammelt sich das Ausgeschiedene in Tropfen, der Schweiss. Die Quellen des Schweisses sind die über die ganze Haut zerstreuten, kleinen, spiralförmigen Bälge, die Schweisskanälchen, welche Purkinje entdeckt hat. Siehe oben p. 417.

Nach Sanctorius mühevollen Untersuchungen, wodurch er durch sinnreiche Versuche auf der Wage die Menge der ausdünstenden Materien zu bestimmen sucht, haben in neuerer Zeit besonders Lavoisier und Seguin genauere Untersuchungen über diesen Gegenstand angestellt. *Mém. de l'acad. des sc.* 1790. *Ann. de chim. T.* 90. Meckel's *Archiv.* 3. 599. Hiernach ist der Verlust einer Person durch Haut- und Lungenausdünstung in einer Minute 17—18 Gr. im Durchschnitt, 11 Gr. im Minimum, 32 Gr. im Maximum bei ruhendem Zustand. Um die Wirkung der Haut- und Lungenausdünstung abgesondert kennen zu lernen, bediente sich Seguin eines mit elastischem Harz überzogenen Taffetkleides, das keine Luft durchliess, oben offen war, und für den Mund eine von Kupfer umgebene Mündung hatte. Dieses Kleid wurde, nachdem es von Seguin angezogen worden, oben durch ein starkes Band verschlossen, dann die Kupfermündung um den Mund geklebt und befestigt. So setzte sich Seguin auf die Wage, wurde gewogen, blieb mehrere Stunden ruhig und wurde wieder gewogen. Der Unterschied zwischen beiden Wägungen gab den in dieser Zeit durch die Lungenausdünstung erlittenen Verlust. Hierauf verliess er die Hülle, liess sich sogleich wieder wägen, und nach einer bestimmten Zeit von neuem wägen. Der Unterschied der letzten Wägungen gab den durch Lungenausdünstung und Hautausdünstung zugleich erlittenen Verlust. Die Subtraction der Lungenausdünstung von der gesammten Ausdünstung gab das Quantum der Hautausdünstung. Die Resultate dieser lange Zeit mit grosser Genauigkeit fortgesetzten Versuche ergaben:

1) Wie verschieden auch die Menge der genossenen Nahrung seyn mag, in 24 Stunden kommt ein Mensch im ruhigen Zustande ohngefähr auf dasselbe Gewicht zurück, so dass 2) wenn unter

sonst gleichen Umständen die Menge der Speisen variirt, oder bei gleicher Speisenmenge die der Ausdünstung abweicht, so wird die Menge der Excremente so vermehrt oder vermindert, dass doch um dieselbe Zeit dasselbe Gewicht wieder eingetreten ist, also bei gesunder Verdauung die verschiedenen Functionen sich unterstützen und vertreten. 3) Bei schlechter Verdauung wird die Ausdünstung vermindert. 4) Bei guter Verdauung hat die Menge der Speisen keinen grossen Einfluss auf die Ausdünstung. 5) Unmittelbar nach dem Essen wurde am wenigsten ausgedünstet. 6) Aber der durch die Ausdünstung verursachte Gewichtsverlust war während der Verdauung am grössten. 7) Der grösste Gewichtsverlust durch Ausdünstung ist in 24 Stunden 5 Pfund, der geringste 1 Pfund 11 Unzen 4 Drachmen. 8) Die Hautausdünstung hängt theils von der Beschaffenheit der Luft, theils des Körpers ab. 9) Das Mittel des Gewichtsverlustes durch Ausdünstung ist 18 Gr. in der Minute, wovon 11 auf die Hautausdünstung, 7 auf die Lungenausdünstung kommen.

Die Ausdünstungsmaterie enthält verdunstbare Theile, wie Kohlensäure, Wasser und andere Theile, die sich auf der Haut absetzen und mit der Hautsalbe den Schmutz bilden. Nach Thenard enthält die Hautausdünstungsflüssigkeit, welche er in einem vorher mit destillirtem Wasser ausgewaschenen, flanellnen Hemde sammelte, Kochsalz, Essigsäure, etwas phosphorsaures Natron, Spuren von phosporsaurem Kalk und Eisenoxyd nebst einer thierischen Materie. Schweiss, der in Tropfen von der Stirn gelaufen war, enthielt Milchsäure und im Alcohol löslichen Stoff (Osmazom) und eine kleine Menge im Alcohol unlöslichen Stoff, sehr viel Kochsalz, Chlorammonium. Anselmino sammelte die flüssige Ausdünstungsmaterie seines in einen Glasscylinder eingepassten Arms, indem er die Oeffnung um den Arm mit Wachstaffet zuband, während der Arm nirgends das Glas berührte. Der Dunst sammelte sich auf den Wänden des Glases und wurde tropfbar; die Flüssigkeit enthielt essigsaures Ammoniak und Kohlensäure. Kohlensäureaushauchung hatten früher auch Abernethy und Mackenzie beobachtet, während sie in den Versuchen von Priestley, Fourcroy, Klapp, Gordon nicht statt fand (Meckel's *Archiv.* 3. 608.). Collard de Martigny (Magendie's *Journal.* 10. 162.) hat gefunden, dass die von der Haut ausgehauchte Luft Kohlensäure und Stickgas in sehr variablem Verhältniss enthält. Diese Aushauchung ist nicht beständig vorhanden, sie ist copiös nach Anstrengungen und dem Essen. Zuweilen war das Gas bloss Stickgas, was mit den Erfahrungen von Ingenhouss, Trousset und Barruel übereinstimmt. Zuweilen war es fast blosses Kohlensäuregas, was an die Beobachtungen von Milly, Cruikshank, Jurine, Abernethy, Mackenzie erinnert. Collard will nach reichlicher Fleischnahrung mehr Stickstoff-, nach vegetabilischer Nahrung mehr Kohlensäureaushauchung bemerkt haben. Collard hat das sich von der Haut entwickelnde Gas unter einem oben verstopften und innerlich mit ausgekochtem Wasser gefüllten Trichter gesammelt (?), und schliesst hieraus, dass das Kohlensäuregas der Hautausdün-

stung als solches aus dem Körper ausgeschieden werde, da es auch ohne Berührung mit der atmosphärischen Luft austrete.

Die Trockenheit der Luft vermehrt die Ausdünstung, wiewohl durch diese letztere Abkühlung hervorgebracht wird; allein eine grosse Erhöhung der äussern Wärme giebt ein umgekehrtes Resultat. Edwards *de l'influence des agens physiques sur la vie. Paris* 1824. Froriep's *Not.* 150. 151. Die Transspiration ist reichlicher bei bewegter Luft und bei niederm Luftdruck. Edwards unterscheidet bei der Transspiration dasjenige, was der physicalischen Evaporation zukömmt und auch am todten Körper in denselben Umständen erfolgen würde, und das, was dem Lebensact der Haut zukömmt; letzteres soll nur $\frac{1}{6}$ der Totalsumme ausmachen, wo die Temperatur der Atmosphäre nicht über $20^0$ ist. Das Product der physicalischen Ausdünstung ist fast reines Wasser, das der organischen führt thierische Bestandtheile. Die physicalische Ausdünstung wird unterdrückt, wenn die Luft mit Feuchtigkeit gesättigt ist, und die organische Ausdünstung wird aufgehoben, wenn das Individuum erkältet wird. Die Transspiration durch die Lunge soll nur durch physicalische Ausdünstung statt finden, diese Evaporation kann durch eine mit Feuchtigkeit gesättigte Luft, deren Temperatur eben so hoch oder höher ist als die des Körpers, vermindert werden. Erwärmung und Erkältung steht mit der Ausdünstung in so inniger Beziehung, dass auch hierüber das Wichtigste aus Edwards Untersuchungen angeführt werden muss. Bei gleicher Temperatur theilt tropfbares Wasser leichter Wärme mit als Wasserdunst, dieser leichter als Wassergas, dieses mehr als trockene Luft; man verträgt daher bei gleicher Temperatur die letztere länger. Feuchte, warme Luft erhitzt uns mehr, weil sie mehr Wärme mittheilt als trokkene, und weil die physicalische Ausdünstung in letzterer stärker ist. Bei gleicher, ja selbst bei geringerer Temperatur erregt warme, mit Wassergas und besonders mit Wasserdampf gesättigte Luft eine stärkere Transspiration, als trockene Luft. Ist die Temperatur der Luft geringer als die des Körpers, so entzieht die trockene Luft uns weniger Wärme, als feuchte Luft, sie hat bei gleicher Temperatur eine weniger erkältende Wirkung, weil feuchte Luft besser die Wärme leitet als trockene Luft.

Anselmino hat den Schweiss untersucht. Tiedemann's *Zeitschrift*. 2. 321. Nach dieser Analyse enthalten 100 Theile eingetrockneten Schweisses:

| | |
|---|---|
| in Wasser und Alcohol unlöslich (meist Kalksalze) . . . . | 2 |
| in Wasser, nicht in Alcohol löslicher Thierstoff (der nach Berzelius's Ansicht ohne hinreichenden Grund von Anselmino für Speichelstoff erklärt wird) und schwefelsaure Salze | 21 |
| in wässrigem Alcohol löslich: Kochsalz und Osmazom . . . | 48 |
| in wasserfreiem Alcohol löslich: Osmazom, Milchsäure und milchsaure Salze (von Anselmino für Essigsäure und essigsaure Salze genommen) . . . . . . . . . . . . . | 29 |
| | 100 |

Berzelius vermisst in diesem Resultat den im Schweiss vorhandenen Salmiak und das milchsaure Ammonium. In der Asche

des getrockneten Schweisses fand ANSELMINO kohlensaures, schwefelsaures, phosphorsaures Natron, und etwas Kali nebst Kochsalz, phosphorsauren und kohlensauren Kalk mit Spuren von Eisenoxyd. In dem Schweiss der Pferde, welcher bekanntlich ein weisses Pulver absetzt, fand ANSELMINO den Harnstoff nicht, den FOURCROY darin gefunden hatte. An mehreren Theilen des Körpers ist der Schweiss eigenthümlich, was indess auch von dem Secret der Folliculi sebacei herrühren kann. So ist der Schweiss der Achselhöhlen ammoniakalisch und der der Genitalien enthält Buttersäure; endlich riecht die Ausdünstung mancher Thiere und Menschen eigenthümlich, bei Thieren haben indess solche Gerüche häufig in besonderen Drüsen z. B. am After, ihren Grund.

Der Zweck der Hautausdünstung wird aus der Analyse nicht klar, denn die im Schweiss vorkommenden Stoffe kommen auch in dem Harn vor. Da indess die Hautausdünstung, wie aus SEGUIN's Versuchen hervorgeht, in dem innigsten Wechselverhältniss mit den Ingestis und den anderen Excretionen steht, so lässt sich wohl einigermassen begreifen, wie die plötzliche Unterbrechung derselben so grosse Störungen in der thierischen Oeconomie hervorbringt, weil sie auf den Säftezustand und das Gleichgewicht der Vertheilung der Säfte im ganzen Körper zurückwirkt. Dass die Hautausdünstung uns gegen höhere Wärmegrade schützt, ist früher auseinandergesetzt worden. Siehe p. 76. Dass bei der Hautausdünstung nicht bloss von dem Blute verdunstet, was verdunsten kann, sondern dass Ausdünstung und Schweiss wahre Secretionen sind, beweisen die Krankheiten, in denen diese Absonderungen, trotz einer hohen Temperatur der Haut, zuweilen ganz aufgehoben sind, wie in manchen fieberhaften Krankheiten, in welchen der Einfluss der Nerven auf das Hautorgan beschränkt ist. So steht auch die Hautabsonderung in dem engsten Verhältniss mit der Harnabsonderung. Es scheint zwar vorzüglich das durch die Hautausdünstung entfernt zu werden, was bei der Temperatur des Körpers Gasgestalt annehmen kann, während durch den Urin die mehr tropfbarflüssigen Excreta entfernt werden. Aber diese Secretionen stehen auch in einer Wechselwirkung. Bei einem profusen Harnfluss, wie im Diabetes, ist die Haut trocken. In den heissen Jahreszeiten und Climaten wird weniger durch den Harn und mehr durch die Haut ausgeführt, im Winter und in kalten Gegenden ist es umgekehrt, und dasselbe Wechselverhältniss zeigt sich in den Krankheiten. Aber nicht bloss durch den Antagonismus der Secretionen (p. 454.), sondern noch durch viele andere, theils in der Haut selbst, theils in ihrer Wechselwirkung mit anderen Organen liegende Ursachen wird die Hautabsonderung verändert. In Beziehung auf den Zustand der Haut selbst ist zu bemerken, dass gelinde Hautreize, auf die Haut selbst, wie warme Bäder, applicirt oder von dem Blute aus wirkend (Diaphoretica), die Hautabsonderung vermehren. Befindet sich aber die Haut im Zustand einer zu grossen Reizung, so wird sie roth und heiss und perspirirt nicht, und im Zustande der Entzündung sondert sie, wie in der Regel entzündete Theile, gar nicht ab; daher bewirken ausgebreitete Hautentzündungen durch Störung des Gleich-

gewichts der Vertheilung der Säfte leicht antagonistische, krankhafte Thätigkeiten, wie Entzündung der Schleimhäute. So hat man bei ausgedehnten Verbrennungen Entzündung der Darmschleimhaut, der Lungenschleimhaut entstehen gesehen, und bei den exanthematischen Hautentzündungen von Ausscheidung einer krankhaften Materie durch die Haut wächst die Befürchtung innerer Entzündungen nicht allein in dem Maasse, als die Ausscheidung der im Blute vorhandenen krankhaften Materie durch die Haut verhindert wird, sondern auch in dem Maasse der Heftigkeit der Hautentzündung, und in dem Maasse, als dadurch die Function der Haut aufgehoben wird.

Die Thätigkeit der Haut hängt hinwieder sehr von dem Zustande des Nervensystems und des Gefässsystems ab.

In fieberhaften Affectionen wird in dem Maasse die Absonderung der Haut und der Schleimhäute vermindert, als der Einfluss des Nervensystems auf die peripherischen Theile gehemmt ist. In anderen, nicht fieberhaften Zuständen dagegen bewirkt eine plötzliche Entziehung des Nerveneinflusses, wie in der Ohnmacht, in deprimirenden Leidenschaften, eine profuse Absonderung eines kalten Schweisses. Die Bedingungen dieser grossen Veränderlichkeit der Hautabsonderung unter verschiedenen Umständen sind noch nicht gehörig physiologisch zergliedert.

### II. Harnabsonderung.

Durch die Harnabsonderung werden theils zersetzte und unbrauchbare Thierstoffe, wie Harnstoff und Harnsäure, die wesentlichsten Bestandtheile des Harns und die für die thierische Oeconomie überflüssigen Salze, theils die zufällig in den Kreislauf gelangten fremdartigen Substanzen im veränderten oder unveränderten Zustande ausgeschieden.

Die Ausscheidung des Harns ist in der Thierwelt sehr verbreitet, selbst die Insecten sondern in den sogenannten Gallengefässen (besser Vasa Malpighiana) Harnsäure ab. Vergl. p. 499. Man hat zwar in ganzen Insecten schon Harnsäure gefunden, wie Robiquet in den Canthariden (*ann. de chim.* 76.), und daraus geschlossen, dass die Harnsäure allgemeiner in dem Insectenkörper verbreitet sey. Aber bei der Untersuchung ganzer Insecten musste man nothwendig die Harnsäure jener Gefässe mit erhalten. Auch bei den Mollusken kömmt die Harnabsonderung vor, bei den Schnecken in dem sogenannten Succus calcareus (*l'organe de la viscosité* Cuvier.), dessen Ausführungsgang neben dem Mastdarm hergehend, sich dicht an dem After ausmündet. Jacobson hat in jenem Organe Harnsäure gefunden. Meckel's *Archiv*. 6. 370.

Die Ausscheidung des Harns scheint nur unter dem unversehrten Einfluss der Nierennerven stattfinden zu können. Ich habe neulich mit Dr. Peipers über diesen Gegenstand eine Reihe von Versuchen angestellt. Wir unterbanden die Nierengefässe mit Ausschluss des Harnleiters bei Thieren, (Schafen und Hunden) so fest, dass die damit einbegriffenen Nierennerven (wie die Nerven gewöhnlich durch die Ligatur) mortificirt werden mussten.

Darauf lösten wir die Ligatur wieder, so dass die Circulation des Blutes wieder durch die Nieren statt fand. Der Harnleiter wurde nach aussen geleitet und ihm ein Röhrchen angebunden. In den meisten Fällen wurde darauf gar kein Harn mehr abgesondert, selbst in dem Fall nicht, nachdem dieselbe Operation auch an der zweiten Niere eines Schafes gemacht worden, wo man aber die Ligatur, um die Absonderung auf dieser Seite unmöglich zu machen, liegen liess. Nur in einem einzigen Falle (Schaf) dauerte die Absonderung fort, wurde blutig und Hr. Wittstock fand in dem Secret, ausser den Bestandtheilen des Blutes, Hippursäure (Harnbenzoesäure). Merkwürdig war die in diesen oft wiederholten Versuchen sich immer einstellende Erweichung des Gewebes der Nieren nach jener Mortification der Nerven. Siehe Peipers *de nervorum in secretiones actione. Berol.* 1834.

*Der Harn.* (Nach Berzelius und Woehler.)

Der Harn des Menschen ist klar, bersteingelb und aromatisch riechend; er schmeckt salzig bitter und reagirt stark sauer. Der Harn der Rinder, Pferde, Kaninchen und mehrerer anderer pflanzenfressender Säugethiere ist alkalisch und bei einigen nur ganz frisch sauer. Der Harn der pflanzenfressenden Säugethiere ist trüber und oft fadenziehend, und zersetzt sich nicht so schnell wie der der Fleischfresser. Das specif. Gewicht des Harns des Menschen variirt zwischen 1,005 bis 1,030. In Krankheiten namentlich in der Harnruhr, steigt es zuweilen bis 1,050. Zuweilen trübt sich der Harn beim Erkalten und setzt dann einen grauen oder blassrothen Niederschlag ab, der sich beim Erwärmen wieder auflöst. Nach einigen Tagen riecht der Harn ammoniakalisch und reagirt alkalisch, und bedeckt sich mit einer weissen schleimigen Haut, in der sich, wie auf der innern Seite des Gefässes, kleine weisse Krystalle von phosphorsaurer Ammoniaktalkerde zeigen. Berzelius *Thierchemie. p.* 322.

*I. Wesentliche Bestandtheile des Harns.*

Ausser dem Schleim der Harnwege, der im Harn selten sichtbar ist, enthält der Harn wesentlich nach Berzelius Analyse:

| | |
|---|---|
| Wasser | 933,00 |
| Harnstoff | 30,10 |
| freie Milchsäure | } 17,14 |
| milchsaures Ammoniak | } |
| Osmazom in Alcohol löslich | } |
| Extractivstoff in Wasser löslich | } |
| Harnsäure | 1,00 |
| Blasenschleim | 0,32 |
| schwefelsaures Kali | 3,71 |
| — — Natron | 3,16 |
| phosphorsaures Natron | 2,94 |
| zweifach phosphorsaures Ammoniak | 1,65 |
| Chlornatrium | 4,45 |
| Chlorammonium | 1,50 |
| phosphorsaure Kalkerde und Talkerde | 1,00 |
| Kieselerde | 0,03 |
| | 1000,00 |

1. *Harnstoff. Urea.* Von Cruikshank im Harn entdeckt. Man erhält ihn, indem man den behutsam zur Honigdicke abgedampften Harn mit 4 Weingeist auszieht, und den Weingeist verdunstet, und reinigt ihn durch wiederholtes Auflösen in Wasser oder Weingeist und Krystallisiren. Ueber andere Methoden siehe Gmelin *Chemie.* 4. 1014. Berzelius l. c. p. 349. Die Krystalle des Harnstoffs sind feine seidenglänzende Nadeln, oder lange, schmale, vierseitige Prismen, oder, im unreinen Zustande, Blätter, rein farblos, unrein gelb und braun; er ist ohne Geruch und von kühlendem, salpeterähnlichem Geschmack; er reagirt weder sauer noch alkalisch, in feuchter und warmer Luft zerfliesst er. Bei + 15° Cent. bedarf der Harnstoff weniger als sein gleiches Gewicht Wasser zur Auflösung, von kochendem Wasser wird er in allen Verhältnissen gelöst; er löst sich in 5 kaltem Weingeist; von Gerbestoff wird er nicht gefällt. Bis zu 120° Cent erhitzt, schmilzt er ohne Zersetzung, noch mehr erhitzt geräth er ins Kochen, und es sublimirt sich kohlensaures Ammoniak, die schmelzende Masse wird nach und nach breiartig, und bei vorsichtig geleiteter Hitze bleibt zuletzt ein grauweisses Pulver übrig, welches Cyansäure ist, die sich auch bei trockener Destillation der Harnsäure sublimirt. Der Harnstoff geht mit Säure und Basen Verbindungen ein, ohne sie zu neutralisiren. Merkwürdig ist, dass Salmiak bei Gegenwart von Harnstoff aus seiner wässrigen Auflösung statt in Octaedern in Würfeln, und Kochsalz statt in Würfeln in Octaedern krystallisirt. Salpetersäure fällt den Harnstoff aus concentrirter, wässriger Lösung, als Verbindung. Der Harnstoff enthält mehr Stickstoff als irgend ein thierisches Product; er besteht nach Prout aus:

| | |
|---|---|
| Stickstoff. . | 46,65 |
| Kohlenstoff . | 19,97 |
| Wasserstoff . | 6,65 |
| Sauerstoff . | 26,65 |

Woehler hat entdeckt, dass man den Harnstoff künstlich zusammensetzen kann, wenn man frisch gefälltes cyanichtsaures Silberoxyd mit einer Auflösung von Chlorammonium übergiesst. Hierbei verwandelt sich das Silbersalz in Chlorsilber, und statt des cyanichtsauren Ammoniaks, welches sich bilden sollte, entsteht Harnstoff. Auch entsteht er, wenn man cyanichtsaures Bleioxyd mit caustischem Ammoniak behandelt; die so erhaltene Auflösung enthält vor dem Abdampfen noch cyanichtsaures Ammoniak und keinen Harnstoff, und erst nach dem Verdunsten der Auflösung verwandelt sich das Salz in Harnstoff. Woehler hat ferner gefunden, dass sich Ammoniakgas und cyanichtsaurer Dampf zu einer weissen, wolligen, fein krystallinischen Materie condensiren, welche cyanichtsaures Ammoniak ist, die sich aber beim Schmelzen, Kochen oder freiwilligen Verdunsten ihrer Auflösung in Harnstoff verwandelt. So bildet sich auch zuerst cyanichtsaures Ammoniak und aus diesem Harnstoff, wenn man cyanichte Säure mit Wasser oder mit flüssigem Ammoniak behandelt. Endlich entsteht Harnstoff, wenn man Cyangas in Wasser leitet und dieses sich damit zersetzt. Woehler in Berzelius *Thierchemie. p.* 356.

Prevost und Dumas haben die wichtige Entdeckung gemacht, dass sich der Harnstoff im Blute vorfindet nach der Exstirpation beider Nieren, so dass diese Materie im gesunden Blute eben darum nicht gefunden wird, weil sie beständig daraus abgeschieden wird. Nach Exstirpation beider Nieren treten die Zufälle am 3. Tage ein, nämlich braune, reichliche und sehr flüssige Stuhlgänge und Erbrechen, Fieber mit erhöhter Temperatur bis 43° Cent., zuweilen Sinken bis 33°. Der Puls wird klein, häufig und steigt bis 200; das Athmen häufig, kurz, zuletzt schwer. Am 5—9. Tag erfolgte der Tod. Man findet Ergiessung eines hellen Serums in den Hirnhöhlen, die Bronchien voll Schleim, die Leber entzündet, die Gallenblase voll, den Darm voll flüssigen, durch Galle gefärbten Kothes, die Harnblase sehr zusammengezogen. Das Blut der operirten Thiere (Hunde, Katzen, Kaninchen) war wässriger und enthielt Harnstoff, der durch Alcohol ausgezogen wurde. 5 Unzen Blut eines Hundes, der nur 2 Tage ohne Nieren lebte, gaben über 20 Gran Harnstoff, 2 Unzen Katzenblut 10 Gran. *Bibl. univers.* 18. 208. Meckel's *Archiv.* 8. 325. Vauquelin und Segalas haben diese Entdeckung bestätigt. Magendie, *Journal der Physiol.* 2. 354. Meckel's *Archiv.* 8. 229. Das Blut wurde getrocknet, der Rückstand ausgewaschen, das Wasser abgedunstet, der Rückstand mit Alcohol versetzt und diese neue Auflösung wieder abgedunstet. Hierbei ist jedoch die Vorsicht nöthig, das Wasser in der Kälte und in dem durch die Schwefelsäure bewirkten leeren Raum verdunsten zu lassen. So erhielten sie aus dem Blut eines Hundes, dem 60 Stunden nach der Operation die Ader geöffnet wurde, $\frac{1}{400}$ Harnstoff. Diese wichtigen Thatsachen, die auch Mitscherlich mit Gmelin und Tiedemann (*dessen Zeitschr. V.* 1.) bestätigt hat, beweisen, dass die Ablagerung urinöser Flüssigkeiten in verschiedenen Organen nach aufgehobener Function der Nieren nicht immer eine Folge von in den Harnwegen aufgesogenem Harn ist. Vergl. Nysten *recherches de Chimie et de physiol. pathol. Paris,* 1811. *p.* 263. Meckel's *Archiv.* 2. 678. Wo der Harnstoff gebildet wird, und von welchem Organ aus er im Blute sich verbreitet, ist unbekannt. Man kann jetzt nur die Frage aufwerfen, ob er sich vielleicht in den Lungen bei der durch das Athmen stattfindenden chemischen Veränderung des Blutes, und bei der Bildung edlerer Verbindungen erzeugt. Er kann aber auch in anderen Theilen bei Ausbildung der Säfte aus der genommenen Nahrung entstehen. Es wäre sehr wichtig, zu wissen, ob der Harnstoff nur aus zersetztem, schon vorher ausgebildetem Thierstoffe entsteht, und sich also auch bei hungernden Thieren erzeugt, oder ob er sich aus den Nahrungsstoffen als ein unbrauchbares Product des Verdauungsprocesses erzeugt. Tiedemann und Gmelin haben beobachtet, dass in einem ihrer Versuche mit dem Chylus das dem Osmazom des Chylus beigemischte Kochsalz statt in Würfeln in Octaedern anschoss, während das Kochsalz in anderen Fällen würflig war. Hierbei könnte an den Harnstoff gedacht werden, l. c. p. 2. p. 91. Um diess auszumitteln, müsste man Thiere hungern lassen, dann die Nieren exstirpiren und das Blut auf Harnstoff untersuchen. Bei Vo-

geln, die TIEDEMANN und GMELIN mit stickstofffreien Substanzen fütterten, nahm die Quantität des weissen Harns ab. a. a O. 2. p. 233. Es scheint indess Harnstoff auch ohne alle Nahrung im Blut sich durch Zersetzung von Thierstoff zu bilden; denn LASSAIGNE hat im Harn eines Verrückten, der 18 Tage hungerte, die Bestandtheile des gesunden Harns gefunden. *Journ. de chim. méd.* 1. 272. Der Harnstoff fehlt im Harn in mehreren Krankheiten, wie in Nervenzufällen, wo der Harn wässrig wird. Es fehlen dann die organischen Stoffe und nur die Salze sind vorhanden. Im Diabetes mellitus enthält der Harn statt Harnstoff Traubenzucker, und jener kommt in dem Maasse wieder, als der Zuckergehalt des Harns sich vermindert. Hier wird der so stickstoffreiche Harnstoff durch eine Materie ersetzt, welche gar keinen Stickstoff enthält. Harnzucker besteht aus 39,99 Kohlenstoff, 6,66 Wasserstoff und 53,33 Sauerstoff. PROUT. Beim Diabetes insipidus, wo der Harn keinen Zucker enthält, ist der Harnstoff durch eine andere Materie ersetzt, die, grösstentheils durch Alcohol ausziehbar mit Osmazom übereinkömmt. In der allgemeinen Wassersucht des Zellgewebes, die man Anasarca nennt, enthält der Harn in dem Maass Eiweissstoff und gerinnt über dem Feuer, als Harnstoff darin fehlt. Eiweissgehalt mit vermindertem Harnstoffgehalt hat man auch in der chronischen Leberentzündung mit fortdauernder Verdauungsunordnung (ROSE und HENRY, MECKEL's *Archiv.* 2. 642.) so wie gegen das Ende aller abzehrenden Krankheiten bemerkt.

2. *Harnsäure. Acidum uricum.* Man gewinnt die Harnsäure aus dem Bodensatz des menschlichen Harns oder dem Harn der Vögel und Schlangen durch Auflösung des abgedampften Harns in erwärmtem wässrigem Kali, und schlägt aus dem Filtrat die Harnsäure durch Salzsäure nieder. (GMELIN *Chemie.* 4. 839.) Die Harnsäure bildet weisse, wenn unrein, gelbliche oder bräunliche, perlglänzende, feine Schuppen, sie ist geschmack- und geruchlos und röthet feuchtes Lackmuspapier, sie braucht nach PROUT mehr als ihr zehntausendfaches Gewicht kalten Wassers zur Auflösung, aber etwas weniger kochendes. In Alcohol und Aether ist die Harnsäure unlöslich. Bei der trocknen Destillation wird sie zersetzt, es sublimirt sich zuerst kohlensaures Ammoniak, darauf viel Cyanwasserstoffsäure und braunes Brandöl, und zuletzt sublimirt sich eine krystallinische Masse, WOEHLER's Cyansäure. Zugleich enthält aber auch das Sublimat eine Menge Harnstoff, wie WOEHLER entdeckt hat. (POGGEND. *Ann.* 15. 529. BERZEL. *Thierchemie p.* 328.) Die Zusammensetzung der Harnsäure ist nach PROUT's 2 Analysen:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Stickstoff . . | früher | 40,25 | später | 31,12 |
| Kohlenstoff . | - | 34,25 | - | 39,87 |
| Wasserstoff . . | - | 2,75 | - | 2,22 |
| Sauerstoff . . . | - | 22,75 | - | 26,77 |

Der warme Harn enthält weit mehr Harnsäure aufgelöst, als sich in einem gleichen Volum kochend heissen Wassers auflösen kann, was PROUT bestimmt hat, die Harnsäure als harnsaures Ammoniak im Harn anzunehmen. Gleichwohl ist die aus erkaltendem Harn niederfallende Harnsäure freie Säure. Dieser Niederschlag

ist Anfangs pulverig und grau, wird aber nach und nach rosenroth und krystallisirt beim Trocknen. Die röthliche oder ziegelmehlfarbige Färbung der Harnsäure rührt von einem mit der Säure verbundenen Färbestoff her; bei intermittirenden Fiebern nimmt dieser rothe Färbestoff der sich niederschlagenden Harnsäure zu. Es ist nach Berzelius noch sehr zweifelhaft, ob die rothe Farbe im Bodensatz der fieberhaften Harnarten, wie Prout meint, von eingemengtem purpursauren Ammoniak herrührt (Purpursäure, wird durch Behandlung von Harnsäure mit Salpetersäure künstlich erzeugt). Uebrigens scheint auch der blassrothe Bodensatz, wie er häufig im Harn gesunder Menschen vorkommt, noch von dem ziegelmehlfarbenen Bodensatz des fieberhaften Harns verschieden. Siehe über alles diess Berzelius *Thierchemie.* 335.

Der Harn der Thiere ist von dem des Menschen häufig durch das Verhältniss von Harnstoff und Harnsäure verschieden. Der Harn der fleischfressenden Säugethiere enthält Harnstoff und Harnsäure. Nach Vauquelin und Coindet (Froriep's *Notizen Nr.* 272.) sollte er keine Harnsäure enthalten, allein Hieronymi hat sie im Harn von Thieren des Katzengeschlechts gefunden. In 100 Theilen Harn waren 13,220 Harnstoff mit Osmazom und freier Milchsäure und 0,022 Harnsäure enthalten. *Jahrb. der Chem. u. Phys.* 1829. 3. 322. Der Harn der pflanzenfressenden Säugethiere enthält Harnstoff, aber keine Harnsäure, an deren Stelle bei den grasfressenden Thieren Harnbenzoesäure in harnbenzoesauren Salzen vorkommt. Der Harn der Vögel enthält sehr viel Harnsäure, die als zweifach harnsaures Ammoniak vorhanden ist; der Harn der fleischfressenden Vögel enthält nach Coindet Harnstoff, allein dieser fehlt in dem Harn der pflanzenfressenden Vögel, welcher saures harnsaures Ammoniak enthält. Im Harn des Strausses beträgt die Harnsäure $\frac{1}{60}$ seines Gewichts. Bekanntlich ist der Vogelharn eine weisse, breiartige Flüssigkeit, welche Farbe von dem harnsauren Ammonium herrührt. Auch der Harn der Schlangen und Eidechsen ist weiss und der der Schlangen sogar bald nach der Ausleerung erdig-hart; er enthält harnsaure Salze, von Kali, Natron und Ammoniak und etwas phosphorsauren Kalk, aber keine Spur von Harnstoff, den Scholz (Froriep's *Notizen* 13. 119.) auch nicht im Harn der Eidechse fand. Dagegen scheint der Harn der nackten Amphibien und Schildkröten ganz verschieden. Nach J. Davy's Untersuchung des Kröten- und Froschharns enthält dieser sehr wässrige Harn Kochsalz, Harnstoff und ein wenig phosphorsauren Kalk aufgelöst. Nach der Untersuchung einer bedeutenden Menge gelbbraunen Harns, die sich in der Blase einer grossen Testudo nigra (von den Gallopagos-Inseln lebend von Meyen mitgebracht) fand, durch Magnus und mich, enthielt dieser Schildkrötenharn keine Spur von Harnsäure, dagegen 0,1 Proc. Harnstoff und einen braunen, in Wasser und Weingeist, Kali und Salzsäure löslichen Färbestoff. Aus dieser Betrachtung ergiebt sich, dass die Bestandtheile Harnstoff und Harnsäure, wovon der erstere 46, die letztere 40 Proc. Stickstoff enthalten, nicht constant nach der Nahrung der Thiere im Harn variiren. Nur zeigt sich bei den pflanzenfressenden Säugethieren statt der Harnsäure die Harnbenzoe-

säure, welche nur 7 Proc. Stickstoff enthält. Auch will Chevreul bei Hunden gefunden haben, dass bei anhaltender Pflanzenkost der Harn derselben dem der Herbivoren ähnlich werde, indem er keine Spur von Harnsäure und phosphorsaurem Kalk zeigte. Huenefeld *physiol. Chemie.* 1. 150. Unter den Krankheiten des Menschen ist es besonders die Gicht, wobei der Harn, gewöhnlich saure und mehr Sedimente bildend, mehr Harnsäure enthält, wie denn auch die in den Gelenken der Gichtkranken entstehenden Knoten harnsaures Natron mit etwas harnsaurem Kalk sind. Bei dem die Gichtparoxysmen begleitenden Fieberzustande nimmt die Säure des Harns, wie in andern Fällen, ab. Berzelius *Thierchemie.* 380. Vergl. Nysten l. c. Auch der Schweiss der Gichtischen und Steinkranken enthält vielleicht Harnsäure.

Alle diese Umstände machen es sehr wahrscheinlich, dass die Quelle der Harnsäurebildung viel tiefer als an dem Ort ihrer Ausscheidung liegt, und dass sie in dem innigsten Verhältniss mit der Art des zugeführten Nahrungsmaterials und der Blutbereitung steht, wie sie sich denn auch im Harn, bei Pflanzennahrung, vermindert.

In der zuckrigen Harnruhr enthält der Harn, nach Woehler, zwar Harnsäure (Berzel. *Jahresb.* 6. 283., nach Wittstock scheint auch Harnbenzoesäure darin zu seyn, wie bei den pflanzenfressenden Säugethieren) aber dieser Harn enthält keinen Harnstoff, sondern statt dessen im Diabetes mellitus Harnzucker (stickstofffrei) und im Diabetes insipidus eine osmazomartige Materie.

Prout hat über die elementare Zusammensetzung von Harnstoff, Harnzucker und Harnsäure folgende Verhältnisse mitgetheilt. *Ann. de chim. phys.* 10. 369. Meckel's *Archiv.* 4. 140.

| Bestandtheile | Harnstoff | Harnzucker | Harnsäure |
|---|---|---|---|
| Wasserstoff. . . | 6,65 | 16,66 | 2,75 |
| Kohlenstoff. . . | 19,97 | 39,99 | 34,25 |
| Sauerstoff. . . . | 26,65 | 53,33 | 22,75 |
| Stickstoff . . . . | 46,65 | | 40,25 |

Nach dieser Aufstellung enthielte der Zucker bei gleicher Quantität Wasserstoff doppelt so viel Kohlenstoff und Sauerstoff, als der Harnstoff, aber keinen Stickstoff.

3. Im Harn der jungen Kinder (?) und der grasfressenden Thiere findet sich auch *Harnbenzoesäure*, *Urobenzoicum*, als harnbenzoesaures Natron. Diese Säure wird aus dem Harn jener Thiere nach dem Abdampfen durch Vermischen mit Salzsäure gefällt; sie bildet lange, durchsichtige, 4seitige Prismen, hat keinen oder nur schwach bittern Geschmack, röthet feuchtes Lackmuspapier. Nach Liebig ist diese Säure eine eigenthümliche Säure, und nicht bloss eine Verbindung von Benzoesäure und thierischer Materie. Da sie bei der Zersetzung Ammoniak entwickelt, so gehört sie unter die stickstoffhaltigen Materien, Gmelin hat sie als Modification der Benzoesäure noch unter den stickstofffreien aufgeführt. Die Harnbenzoesäure ist in kaltem Wasser schwer löslich, mehr löslich in kochend heissem Wasser; Alcohol löst weit mehr auf

weniger Aether. Sie besteht nach Liebig aus Kohlenstoff 63,032, Wasserstoff 5,000, Stickstoff 7,337, Sauerstoff 24,631.

4. *Milchsäure.* Nach Berzelius ist die Milchsäure ein allgemeines Product der freiwilligen Zerstörung thierischer Stoffe innerhalb des Körpers; sie bildet sich in grosser Menge in den Muskeln, wird vom Blut und dessen Alkali gesättigt, und in den Nieren des Menschen und der Thiere mit saurem Harn abgeschieden. Von ihr rührt hauptsächlich die saure Beschaffenheit des Harns her, obgleich derselbe auch saures phosphorsaures Ammoniak und sauren phosphorsauren Kalk enthält. Berzelius *Thierchemie.* 338.

5. *Salze.* Im menschlichen Harne kommen schwefelsaure und phosphorsaure Salze vor. Berzelius vermuthet, dass die Säuren in diesen Salzen durch die chemische Wirkung in den Nieren entstehen, weil in den übrigen Flüssigkeiten des Körpers nur Spuren von schwefelsauren und sehr wenig phosphorsaure vorkommen, während der Harn sehr viel von beiden enthält; jenes folgt jedoch nicht nothwendig aus diesem. Berzelius vermuthet, dass der im Faserstoff, Eiweiss etc. befindliche Schwefel in den Nieren in Schwefelsäure verwandelt werde, während sich die übrigen Bestandtheile zu Ammoniak, Harnstoff etc. verbinden; dasselbe vermuthet er von dem Phosphor mehrerer festen Theile. Im Harn der grasfressenden Thiere fehlen die phosphorsauren Salze, und statt ihrer sind kohlensaure. Kohlensäuregas ist nicht beständig im Menschenharn aufgelöst, wie Berzelius und Woehler's Versuche beweisen. Die Kieselsäure des Harns scheint vom Trinkwasser herzurühren. Die in den Salzen des Harns enthaltenen Basen sind Kali, Natron, Ammoniak, Kalkerde, Talkerde. Die Salze sind Chlorkalium, Chlorammonium, phosphorsaurer Kalk (im Harn sauer, in den Knochen basisch), und eine geringe Menge Fluorcalcium. Ueber Alles diess, so wie über die zweifelhaften Bestandtheile des Harns, den in wasserfreiem Alcohol löslichen Extractivstoff des Harns siehe Berzelius *Thierchemie,* woraus hier ein kurzer Auszug gegeben ist. Ueber die Variation der Menge der festen Theile des Urins nach der Nahrung, ohne Rücksicht auf die qualitativen Bestandtheile, hat Chossat eine sehr sehr detaillirte Arbeit (Magendie's *Journal* 5. 65—225.) geliefert, die keines Auszuges fähig ist. Vergl. über den Harn und die Harnbildung die in Meckel's *Archiv* 2. 629—704. gesammelten Aufsätze. Prout, Meckel's *Archiv* 4. 140.

Nysten (l. c. und Meckel's *Archiv.* 2. 648.) hat den Harn nach der Verdauung, Urina chyli, mit dem wasserhellen und geschmacklosen Getränksharn Urina potus, verglichen. Letzterer enthielt 13mal weniger Harnstoff als der Verdauungsharn, 4mal weniger schwefelsaures, salzsaures, phosphorsaures Natron und Ammonium, 16mal weniger Harnsäure. Entzündungsharn (Peritonitis) enthielt 3mal mehr Harnstoff als Verdauungsharn, mehr auflösliche Salze und viel Eiweiss, das im gesunden Harn nicht vorkömmt. Im Froststadium eines Fiebers ist die Hautausdünstung vermindert und der Harn wässriger, weniger, wie Berzelius glaubt, weil das Wasser, was mit der Hautausdünstung sonst weggeht, nun mit dem

Harn weggeht, denn es wird zur Zeit des Frostes wenig Harn abgesondert. Bei der weitern Entwickelung des Fiebers im Stadium der Hitze wird der Harn dunkler, und nun fängt er an von Quecksilberchlorid gefällt zu werden, welches keinen Niederschlag bewirkt, so lange der Harn seine Säurereaction behält. Je mehr sich der Zustand verschlimmert, um so gesättigter wird der Harn, und er fängt nun an von Alaun und zuletzt auch von Salpetersäure gefällt zu werden, was einen zunehmenden Eiweissgehalt anzeigt. Berzelius *Thierchemie.* 378. Wenn das Fieber vergeht, so stellt sich auf einmal die freie Säure im Harn wieder her, und beim Erkalten setzt er Sediment ab, was man herkömmlicher Weise Crisis durch den Harn nennt. Berzelius bemerkt mit Recht, dass das Sediment keine ausgeleerten Krankheitsstoffe enthält, es ist nur etwas mehr als gewöhnlich von dem rothen Färbestoff, und zuweilen etwas Salpetersäure in unbekannter Verbindung. Bei Fiebern mit regelmässigen Paroxysmen bietet der Harn in jedem Paroxysmus diese 3 Zustände nach einander dar.

*II. Zufällige Bestandtheile des Harns.*

Woehler hat eine Reihe sorgfältiger Versuche über den Uebergang von Substanzen aus dem Darmkanal in den Harn angestellt. Tiedemann's *Zeitschrift. I. Bd.* Die Resultate dieser Versuche sind folgende.

1. Materien, welche sich nicht im Harn wiederfinden lassen: Eisen, Blei, Weingeist, Schwefeläther, Kampher, Dippelsöl, Moschus und die Farbestoffe von Cochenille, Lackmus, Saftgrün und Alcanna. Auch die Kohlensäure findet sich nach dem Genuss kohlensäurehaltiger Flüssigkeiten nicht reichlicher im Harn.

2. Materien, die im veränderten, zersetzten Zustande im Harn vorkommen: blausaures Eisenoxydkali in blausaures Eisenoxydulkali verwandelt, die Verbindungen des Kali und Natron mit Weingeist-, Citronen-, Aepfel- und Essigsäure in kohlensaure Alkalien verwandelt; das hydrothionsaure Kali in schwefelsaures Kali grösstentheils verwandelt; Schwefel geht als Schwefelsäure und Hydrothionsäure in den Harn über, Jod als hydriodsaures Salz, Kleesäure, Weinsäure, Gallussäure, Bernsteinsäure, Benzoesäure mit Alkali verbunden; daher Säuren gegen Harnsteine gegeben auch fruchtlos seyn müssen.

3. Unverändert gehen in den Harn über: kohlensaures, chlorsaures, salpetersaures und schwefelblausaures Kali, hydrothionsaures Kali (grösstentheils zersetzt), blausaures Eisenoxydulkali, Borax, salzsaurer Baryt, Kieselerdekali, weinsaures Nickeloxydkali, viele Färbestoffe, wie die von löslichem (schwefelsaurem) Indigo, Gummigutt, Rhabarber, Krapp, Campechenholz, rothen Rüben, Heidelbeeren, Maulbeeren, Kirschen, viele Riechstoffe, zum Theil verändert, Terpenthinöl (nach Veilchen riechend), das Riechende von Wacholder, Baldrian, Assa foetida, Knoblauch, Bibergeil, Saffran, Opium, das betäubende Princip des Kamtschadalischen Fliegenschwamms, und im krankhaften Zustande auch fettes Oel. In den Harn kommen übrigens nur aufgelöste und keine körnige Stoffe über. Ueber die unerwiesene Annahme von metastatischem Eiter im Blut und im Harn, siehe oben p. 262.

Die Stoffe, welche nicht in den Harn übergehen, werden entweder durch andere Wege, wie die Ausdünstung, ausgeschieden, als der Kampher, oder werden schon im Darmkanal in einen unauflöslichen Zustand versetzt.

Woehler macht auch darauf aufmerksam, dass die Salze, welche durch den Urin ausgeleert werden, meist auch die Urinabsonderung befördern. In Hinsicht anderer, sogenannter harntreibender Mittel macht er die gewiss von den Aerzten zu beherzigende Bemerkung, dass manche derselben, wie die Digitalis, mit Unrecht in diesem Rufe stehen; denn diese wirkt nach Woehler, indem sie die Ursache der Wassersucht hebt, worauf das Wasser von selbst auf seinem gewöhnlichen Wege abgeschieden wird; so dass in diesem Sinne auch die China, bei Wassersuchten, die auf Wechselfieber folgen, angewandt, ein sogenanntes Diureticum wäre.

Nach den Untersuchungen von Woehler ergiebt sich, dass die Nieren nicht bloss die Bestimmung haben, Harnstoff und Harnsäure abzuscheiden, sondern dass auch alle auflöslichen, nicht flüchtigen und nicht innerhalb des thierischen Körpers zersetzten Stoffe, besonders aber auch das überflüssige Wasser, durch sie ausgeschieden werden. Ist die Wasserausscheidung in den Nieren durch Wasserabsetzung in anderen Theilen, wie in der Wassersucht, verhindert, so wird der Harn eine gesättigtere Farbe von seinem gewöhnlichen Farbestoff annehmen, ohne dass diess etwas mehr, als Ausscheidung von weniger Wasser anzeigt.

Die kohlensauren Alkalien machen den Harn alkalisch, lösen die Harnsäure; ihre Darreichung ist ein ziemlich sicheres Mittel zur Bekämpfung der harnsauren Diathese; da nun die Pflanzensäuren und pflanzensauren Alkalien bei dem Durchgang durch thierische Körper in den Harn in kohlensaure Alkalien verwandelt werden, so sind auch sie mit Erfolg bei der harnsauren Diathese des Harns anwendbar. Doch ist diese Diät nur beim Harngries und kleinen Steinchen wohl anwendbar; denn wenn grosse Steine in der Blase sind, so werden durch einen alkalischen Harn die erdigen, phosphorsauren Salze im Harn unauflöslich gemacht, und es können sich neue Niederschläge aus diesen Salzen um den Harnstein bilden. Woehler a. a. O. p. 317.

Die Abscheidung des überflüssigen Wassers im Blute scheint ausserordentlich schnell zu geschehen und fast in dem Maass, als das Blut wässrige Flüssigkeiten an einer andern Stelle aufnimmt. Das in den Magen gekommene Getränk wird grösstentheils im Magen schon aufgesogen und gelangt nicht einmal in Masse in den Dünndarm. Eben so schnell wird das gleichmässige Verhältniss der Zusammensetzung des Blutes durch die Ausscheidung des Wassers durch den Harn wieder hergestellt.

Ueber die Zeit des Uebergangs aufgelöster Stoffe aus dem Darmkanal ins Blut und in den Harn siehe oben p. 234. Nach Westrumb geht blausaures Kali schon innerhalb 2—10 Minuten in den Harn über. Stehberger hat bei einem Knaben mit Inversio vesicae urinariae Versuche über die Zeit dieses Ueberganges mit verschiedenen Substanzen angestellt. Tiedemann's *Zeitschrift*. 2. 47.

| | | |
|---|---|---|
| Färberröthe zeigte sich | nach | 15 Min. |
| Indigo | — | 15 — |
| Rhabarber | — | 20 — |
| Gallussäure | — | 20 — |
| Campecheholzabkochung | — | 25 — |
| färbendes Princip der Heidelbeeren | — | 30 — |
| — — der schwarzen Kirschen | — | 45 — |
| adstringirendes Princip der Herba uvae ursi | — | 45 — |
| Pulpa Cassiae fistulae | — | 55 — |
| blausaures Eisenoxydulkali | — | 60 — |
| Roob Sambuci | — | 75 — |

Bei allen aus dem Darmkanal in den Darm übergegangenen Substanzen war ein Wendepunkt in ihrer Ausscheidung mit dem Urin zu bemerken. Dieser trat ein:

| | | | |
|---|---|---|---|
| mit Färberröthe | nach | 1 | Stunde. |
| — schwarzen Kirschen | — | $1\frac{1}{4}$ | — |
| — Indigotinctur | — | $1\frac{1}{4}$ | — |
| — Campecheholzabkochung | — | $1\frac{1}{4}$ | — |
| — Rhabarbertinctur | — | $1\frac{1}{3}$ | — |
| — Herba uvae ursi | — | $1\frac{3}{4}$ | — |
| — Heidelbeeren | — | 2 | — |
| — Gallussäure | — | $2\frac{1}{2}$ | — |
| — Pulpa Cassiae fistulae | — | 4 | — |

Das gänzliche Verschwinden der Substanzen im Harn trat ein:

| | | | |
|---|---|---|---|
| bei blausaurem Eisenoxydulkali | nach | $3\frac{3}{4}$ | Stunden. |
| — Indigo | — | $4\frac{1}{2}$ | — |
| — Rhabarber | — | $6\frac{1}{3}$ | — |
| — Campecheholzabkochung | — | $6\frac{3}{4}$ | — |
| — Herba uvae ursi | — | $7\frac{1}{3}$ | — |
| — Heidelbeeren | — | $8\frac{3}{4}$ | — |
| — Färberröthe | — | 9 | — |
| — Gallussäure | — | 11 | — |
| — Pulpa Cassiae fistulae | — | 24 | — |

Der Harn sammelt sich in der Urinblase, deren Sphincter, wie der Sphincter ani in der Regel geschlossen ist. Wenn die Quantität des Harnes grösser geworden ist, wird die Wirkung des Sphincters geschwächt; es entstehen Zusammenziehungen des Grundes der Blase. Wir können indess durch die Wirkung des Musculus pubo-urethralis, und vielleicht auch durch willkührlich verstärkte Zusammenziehung des Sphincters den Harn zurückhalten. Bei der willkührlichen Entleerung des Harnes wird dieser unter Mitwirkung des Zwerchfelles und der Bauchmuskeln, welche die Bauchhöhle verengen, ausgetrieben. Die Contraction der Urinblase ist zwar nicht beständig dem Willen unterworfen; aber bei der allmählig verstärkten Reizung der Blase, vermöge des angesammelten Harnes, scheinen wir einigen willkührlichen Einfluss auf ihre Zusammenziehung zu erhalten. — Erection und Harnlassen schliessen sich aus. Bei der Lähmung des untern Theiles des Rückenmarkes entsteht Incontinentia urinae.

Der

# speciellen Physiologie

## Drittes Buch.

---

## Physik der Nerven.

---

Der speciellen Physiologie

# Drittes Buch.

## Physik der Nerven.

---

## I. Abschnitt. Von den Eigenschaften der Nerven im Allgemeinen.

### I. Capitel. Vom Bau der Nerven.

#### a. Von den Hauptformen des Nervensystems.

(Nach J. Mueller *Nov. act. nat. cur. T. XIV.* und Meckel's *Archiv.* 1828.)

In der Thierwelt zeigen sich hauptsächlich zwei Formen des Nervensystems, die der Wirbelthiere und die der Wirbellosen. Bei den ersteren ist das Gehirn undurchbohrt und läuft in das Rückenmark aus; bei den letzteren stellt das Gehirn immer einen Nervenring dar, durch welchen der Schlund durchgeht, und welcher über dem Schlunde zum Gehirne anschwillt, aber auch unter dem Schlunde eine Anschwellung zeigt, von welcher der übrige Theil des Nervensystems ausgeht, der entweder in einzelnen Nerven besteht, oder, wie bei den Ringelwürmern, Insecten, Crustaceen und Spinnen, einen am Bauche, unter dem Darm verlaufenden, von Stelle zu Stelle in Knoten anschwellenden Strang darstellt. Die Frage, in welcher Art das Nervensystem der Wirbellosen dem der Wirbelthiere zu vergleichen sey, hat schon lange die Anatomen und Physiologen beschäftigt. So haben Ackermann, Reil, Bichat in dem Gangliensystem der Wirbellosen eine Analogie mit dem Nervus sympathicus der Wirbelthiere erkennen wollen, und nach vielfachen hierüber geführten Verhandlungen haben abermals in der neuesten Zeit Serres und Desmoulins diese Analogie zwischen dem Nervus sympathicus der Wirbelthiere und dem Gangliensystem der Wirbellosen aufgestellt. Andrerseits haben Scarpa, Blumenbach, Cuvier,

Gall, J. F. Meckel, jene Analogie mit besseren Gründen verworfen, und die meisten dieser Anatomen haben das Bauchmark der Gliederthiere ohne Weiteres dem Rückenmark der Wirbelthiere gleichgestellt. Meckel und Ph. von Walther äusserten sich sofort bestimmter dahin, dass die Fortsetzung des Hirns in den Rumpf bei den Wirbellosen als Vereinigung des später getrennten Nervensystems, des Rückenmarkes und des Nervus sympathicus der Eingeweide zu betrachten sey, so dass das Nervensystem der Wirbellosen, seiner Bedeutung nach beide Functionen enthaltend, bei den Mollusken sich mehr zu dem Typus des sympathischen Nerven, bei den Gliederthieren mehr zu dem Typus des Rückenmarkes hinneige.

Treviranus und E. H. Weber endlich glaubten die Knoten der Ganglienkette der Gliederthiere nur als Knoten der Rückenmarksnerven anerkennen zu müssen, so dass diese verbunden und verwachsen seyen, die verbindenden Stränge aber lediglich als die ersten Rudimente des Rückenmarks der Wirbelthiere erscheinen.

Diese Streitfrage wird nun entschieden dadurch, dass bei den meisten Gliederthieren, namentlich bei allen Insecten, ausser dem Bauchmarke oder der Ganglienkette der Bauchseite, ein zweites Nervensystem, welches lediglich den Eingeweiden bestimmt ist, vorkommt, und dass dieses Nervensystem, ebenfalls aus einer Reihe von feinen und kleineren Ganglien bestehend, auf dem Darmkanal und besonders auf dem Magen seine grösste Entwikkelung durch feine Geflechte erreicht, mit dem Gehirn aber durch Wurzeln zusammenhängt.

Schon Meckel und Treviranus hatten gelegentlich auf eine Analogie zwischen dem von Lyonet beschriebenen, auf der Speiseröhre verlaufenden, unpaarigen Nervus recurrens und dem Nervus sympathicus hingewiesen. Doch ist dieser von Lyonet beschriebene Nerve nur die einfachste und unausgebildetste Form eines eigenthümlichen Nervensystems, dessen entwickelte Formen ich fast bei allen Ordnungen der Insecten untersucht habe. In seinen ausgebildeten Formen entspriugt dieses Nervensystem mit feinen Wurzeln vom Gehirn, und verläuft, auf den Rücken der Speiseröhre sich begebend, zwischen dieser und dem Herzen zum Magen, wo es ein besonderes Geflecht bildet, das von einem ziemlich starken Ganglion entspringt. Bei diesen entwickelten Formen ist der Magen- oder Centraltheil dieses Nervensystems immer stärker als sein oberer Theil, der von kleineren Anschwellungen aus mit dem Gehirne zusammenhängt. Uebrigens zeigt der über dem Darmkanal verlaufende Stamm manche Verschiedenheiten, er verläuft bald einfach und unpaarig zum Magen, wo er sein Knötchen und Geflecht bildet, wie bei Dytiscus u. A.; bald sind zwei Stämmchen vorhanden, wie z. B. bei Gryllotalpa. Diese beiden Nerven schwellen hier an dem Muskelmagen zu einem Knötchen an. Bei dem von mir, in den *Nov. act. T. XIV.*, beschriebenen Exemplar vereinigten sich die beiden Stränge in ein Knötchen; später sah ich beide Nerven mehrmals ganz getrennt und jeden sein Knötchen bilden. Die erstere Varietät sah ich nicht wieder.

Spuren des Nervensystems finden sich nach Ehrenberg's Entdeckungen schon bei den Infusorien, wenigstens den Räderthieren. Vergl. oben p. 42. Unter den bekannteren Formen des Nervensystems der niederen Thiere kann man folgende Typen unterscheiden.

### *I. Typus der Radiarien.*

Strahlig peripherische Gliederung, gleiche Theile in der Peripherie eines Centrums.

Die Urform des Nervensystems ist der Ring, dasjenige, was wir bei den wirbellosen Thieren den Schlundring nennen. In seiner einfachsten Form erscheint er bei den Radiarien; er ist noch ohne Ganglien, ohne Fortsetzung zu einem Markstrange. Gemäss der strahligen Eintheilung und Zusammensetzung des Thiers ist auch die Verbreitung seiner Nervenäste angeordnet. So wenig das Thier in einen gegliederten Leib sich fortsetzt, so wenig kann hier eine Fortsetzung des Schlundrings in einen Markstrang auftreten. Wiederholung derselben thierischen Theile in der Peripherie des Kreises ist hier die Urform des Thieres; unter diesen Bedingungen sind alle Nerven des Schlundrings gleich, keiner ist vorzugsweise Markstrang, kein Theil des Schlundrings vorzugsweise Hirn. Alle die strahligen Aeste eines Nervenkreises, wovon keiner die Priorität hat, sind zusammen dasjenige, was bei den höheren Thieren die Fortsetzung des Schlundrings in den Markstrang ist.

### *II. Typus der Eingeweidethiere, Mollusken.*

Untergang der Gliederung in einem muskulösen Eingeweidesacke.

In der Abtheilung der Weichthiere oder Eingeweidethiere erleidet diese Urbildung Veränderungen, welche nur den Veränderungen der gesammten Organisation entsprechen. Die Symmetrie des strahligen Typus hat aufgehört, und der Mangel der den übrigen Wirbellosen eigenthümlichen Gliederung ist einer ihrer wesentlichsten Charactere. Das Weichthier ist nur ein Convolut von Eingeweiden, so viel ihrer nöthig sind zum Bestehen einer thierischen Individualität, deren sensible Functionen meist auf ein unbeholfenes Tasten und Fühlen, und eine träge Ortsbewegung hinauslaufen.

Der Schlundring erscheint auch hier als Urform, seine gleichen, strahligen Nerven für gleiche, peripherische Theile hat er mit diesen abgelegt. Es giebt Sinnesnerven, Eingeweidenerven und Muskelnerven und da die Eingeweide ohne symmetrische Lage und Folge zusammengehalten sind, auch eine successive Reihe ortsbewegender Glieder fehlt, so bedarf es keines gegliederten Nervensystems.

Alle Ausbildung des Nervensystems erscheint hier in der Entwickelung des Schlundringes und seiner Nerven zu Ganglien, welche die Centra für die Ausstrahlung des Nervenmarkes werden. Die Stufen der Ausbildung sind in dieser Sphäre folgende: 1. Obere und untere Anschwellung des Schlundringes (Gaste-

ropoden); seitliche Ganglien am Schlundring mit zerstreuten Anschwellungen der von diesen ausgehenden Nerven (Acephalen).

2. Der Schlundring als massive Hirnmasse, Cephalopoden.

*III. Typus der Gliederthiere.*

Succession ähnlicher oder gleicher Glieder, mit ähnlichem oder gleichem Inhalte. Längengliederung.

In der Abtheilung der Gliederthiere ist die Wiederholung gleicher oder ähnlicher Theile in der Längenrichtung der Grundcharacter. Das Thier besteht aus einer successiven Gliederung ähnlicher oder gleicher Ringe, welche ebenfalls ähnliche oder gleiche Theile des Gefässsystems, der Eingeweide enthalten. Die Eingeweide sind nicht mehr als ein Convolut durch einen muskulösen Sack verbunden, sie erstrecken sich vorzugsweise in einer Dimension, der Länge, der muskulöse Sack ist in eine grosse Menge einzelner Muskeln für die articulirten Theile zerfallen. Unter diesen Bedingungen müssen sich der Schlundring und seine Knoten wiederholen, als Bauchstrang und Markknoten des gegliederten Leibes. Es gehören hieher die Anneliden, Insecten, Spinnen, Crustaceen.

Bei allen Insecten, Spinnen, Crustaceen und Anneliden scheint übrigens das Gehirn ohne Ausnahme über dem Schlunde zu liegen *). Bei den Insecten tritt ausserdem deutlicher schon das besondere Nervensystem der Eingeweide auf dem Rücken des Darmkanals auf, das auf dem Magen seine grösste Entwickelung erreicht, und mit dem Gehirne und Bauchmarke durch Wurzeln zusammenhängt.

In der Metamorphose der Larve zur Chrysalide und zum vollkommenen Insect schliessen sich mehrere Knoten zusammen, einzelne Knoten verschwinden, andere verschmelzen, nach den Bedürfnissen höher entwickelter Theile. S. oben p. 364.

Bei einzelnen Insecten sind alle Knoten und Schlingen des Bauchmarkes zu einem soliden Markstrange vereinigt, von dem alle Nerven des gegliederten Leibes strahlig ausgehen, und der durch den noch offenen Schlundring mit dem Hirnganglion verbunden ist. So bei dem Nashornkäfer, selbst im Larvenzustande.

Hier sieht man die Strangbildung mit den Knoten in einen einfachen Strang übergehen und es scheint das Gehirn mit dem Rückenmarke in der That morphologisch nicht so sehr von dem Nervensystem der Wirbellosen verschieden. Es bleibt nur jene den Wirbellosen eigenthümliche Bildung, dass der Schlundring der Speiseröhre zum Durchgange dient. Andrerseits sehen wir, dass bei niederen Wirbelthieren an den

---

*) Beim Scorpion tritt der Schlund auch durch den Schlundring; aber der hintere oder untere Theil des Gehirns ist grösser als der vordere, was mich früher zu der unrichtigen Ansicht leitete, dass das Gehirn unter dem Schlunde liege. Auch bei den Phasmen ist diess, wo ich es im Jahre 1826 zu sehen glaubte, nicht, sondern nach neuerer Untersuchung wie bei allen Insecten.

Ursprungsstellen beträchtlicher Nervenmassen aus dem Rückenmarke die Knotenbildung an diesem wieder erscheint, wovon die mehrfachen Ganglien am Halsmarke der Triglen ein Beispiel geben, wie denn auch die Anschwellungen am Ursprunge der Arm- und Schenkelnerven bei den Schildkröten, bei den Vögeln und Säugethieren hieher gehörrn.

Auch auf die Gleichstellung des Nervensystems der Mollusken mit dem sympathischen Nerven der Wirbelthiere können wir keinen Werth legen. · Der Mangel der Ganglienkette bei diesen Thieren ist eine Folge der Abwesenheit des gegliederten Rumpfes. Die Vereinigung dieser Ganglien in eine Kette ist etwas Zufälliges, d. h. nicht im Nervensystem selbst wesentlich Gelegenes, nur von der Gliederung Abhängiges. So kann in der Classe der Gliederthiere, bei dem Untergange oder dem Zurücktreten der gegliederten Bildung, die Ganglienkette durch zerstreute Ganglien der Hirnnerven, in der Art wie bei den Mollusken, ersetzt werden, wie diess bei den Phalangien der Fall ist. Die Ganglien der Mollusken sind daher zum Theil Ganglien der Eingeweidenerven, den Bildungsprocessen bestimmt, andern Theils sind die Hirnnerven und ihre Ganglien, welche in den Bewegungsorganen, wie im Mantel (Sepien), sich verbreiten und der willkührlichen Bestimmung fähig sind, durchaus dasselbe, was bei den Gliederthieren die Muskelnerven der Ganglienkette, und ganz von aller Gleichstellung mit Eingeweidenerven auszuschliessen.

### b. Von dem feinern Bau der Nerven.

Die Nerven bestehen aus kleineren und grösseren, parallel neben einander liegenden Bündeln, welche ein häutiges Neurilem besitzen, in der Länge eines Stranges zuweilen von Stelle zu Stelle zusammenhängen, während die im Innern dieser Bündel liegenden Primitivfasern der Nerven nur parallel aneinanderliegen und sich nicht mit einander verbinden, sondern selbst da, wo die Bündel zu anastomosiren scheinen, nur aus einem Bündel in das andere übergehen, um sich anderen Fasern anzulegen. Die Primitivfasern der Nerven sind sich bei verschiedenen Thieren sehr ähnlich an Form und Stärke; bei keinem Thiere bestehen sie aus aggregirten Kügelchen, sondern immer stellen sie einfache Fäden dar. Nach Krause betragen die Primitivfasern der Nerven des Menschen $\frac{1}{400}$—$\frac{1}{200}$ Par. Lin., nach R. Wagner $\frac{1}{300}$, die des Frosches nach Demselben $\frac{1}{200}$. Die Primitivfasern eines Spinalnerven der Katze betragen, wie ich sah, gegen $\frac{1}{3}$—$\frac{1}{2}$ des Durchmessers ihrer Blutkörperchen. Die Nervenfasern des Frosches betragen ungefähr $\frac{1}{3}$—$\frac{1}{2}$ der Blutkörperchen des Menschen und $\frac{1}{8}$ der Blutkörperchen des Frosches; sie scheinen feiner als die Kerne der Blutkörperchen dieser Thiere. Die Capillargefässe verbreiten sich nicht mehr auf den Primitivfasern der Nerven, denn sie sind selbst stärker als diese, und sie gehen mit ihren Netzen nur zwischen diesen Elementarfäden hin.

Ehrenberg (Poggendorf's *Annalen der Physik. Bd. XXVIII. Hft. 3.*) hat eine sehr wichtige Entdeckung über den Bau der Fasern

im Gehirn und einigen Nerven gemacht. Die Corticalsubstanz des Gehirns besteht nach ihm aus einem dichten Gefässnetz, in dessen Maschen eine sehr feinkörnige Masse mit hier und da eingelagerten grösseren Körnern enthalten ist. Die grösseren Körnchen sind frei, die sehr kleinen feinen scheinen durch zarte Fäden reihenweise verbunden. In der Nähe der Medullarsubstanz tritt das Faserige der Corticalsubstanz immer deutlicher hervor. Die Fasern der Medullarsubstanz sind keine einfachen cylindrischen Fibern, sondern sie gleichen Perlenschnüren, deren Perlen sich nicht berühren, sondern durch einen dünnern Faden getrennt sind. Sie sind stets gerade, selten in zweie gespalten, sonst nie anastomosirend; nach Ehrenberg sind sie hohl. Dieser letzte Umstand bedarf vielleicht noch weiterer Bestätigung, während der von Ehrenberg entdeckte knotige Bau der Hirnfasern im Allgemeinen leicht bestätigt werden kann, wie ich denn selbst später diesen Bau an Theilchen der Medullarsubstanz, die zwischen zwei Glasplättchen gedrückt wurden, ganz so wie Ehrenberg gesehen habe. (Nach Krause's microscopischen Untersuchungen wären die Nervenfasern des Gehirns nicht Röhren, sondern solide Cylinder aus einer zähen, in Wasser löslichen Substanz, welche Kügelchen einschliesst, die stellenweise in grösseren Klümpchen zusammen liegen, und dadurch als knotige Anschwellungen erscheinen. Poggend. *Ann.* 1834. *N.* 8. Vergl. Gegenbemerkungen von Ehrenberg, ebend.). Der Sehnerve, Gehörnerve und Geruchsnerve enthalten eben solche variköse Fasern, auch der N. sympathicus; alle übrigen Nerven dagegen bestehen aus cylindrischen, parallelen Fasern von $\frac{1}{120}$ Linie Dicke, und es scheint nicht, nach dem, was ich mit Herrn Professor Ehrenberg zusammen gesehen habe, dass die hinteren und vorderen Wurzeln der Rückenmarksnerven sich in dieser Hinsicht unterscheiden. Alle scheinen am Ursprunge noch knotige Fasern in sich zu enthalten, welche aber bald in knotenlose übergehen. Im N. sympathicus dagegen sah Ehrenberg überall feine knotige Röhren mit stärkeren, cylindrischen gemischt. Dass die Nervenfasern der mehrsten Nerven keine Anschwellungen enthalten, und dass die ältere Vorstellung von der Zusammensetzung aus Körnern unrichtig ist, hatte ich selbst schon früher bemerkt und bekannt gemacht. Wichtig ist, was Ehrenberg beobachtet hat, dass die cylindrischen Nervenfasern hohl sind und eine markige, aus kleinen rundlichen, jedoch wenig regelmässigen Partikeln bestehende, ausdrückbare Masse enthalten. Ehrenberg hat sich überzeugt, dass die Nervenfasern unmittelbare Fortsetzungen der Hirnfasern sind; doch erscheine das in den Röhrennerven enthaltene deutliche Nervenmark erst dann, wenn die Röhren aus dem Gehirn oder Rückenmark bereits hervorgetreten sind, dagegen zeige dieselbe markführende Röhre, so lange sie noch einen Theil des Gehirns bilde und knotig sey, ein ganz durchsichtiges klares Innere ohne Mark.

Sehr merkwürdig sind Ehrenberg's Beobachtungen über die Ganglien. Sie haben das gemein, dass sie aus stärkeren, cylindrischen Nervenröhren und aus Anhäufungen von knotigen Hirnröhren bestehen, die in ein zartes Blutgefässnetz eingeschlossen

sind, zwischen dessen Maschen grössere Körnchen erscheinen, dieselben Körnchen, welche nach Ehrenberg die Retina bedecken. In den Ganglien der Rückenmarksnerven der Vögel sah Ehrenberg nur cylindrische Fasern und sehr grosse, fast kugelförmige, etwa $\frac{1}{48}$ Linie dicke, unregelmässige Körper. Wenn ich Ehrenberg recht verstehe, so scheint er anzunehmen, dass die Substanz der Knoten des N. sympathicus nur aus einem Gemisch von Gefässen, von sehr zarten, kaum unterscheidbaren Knotenröhren (scheinbar feinkörnige Marksubstanz), und von einer überwiegenden Menge stärkerer Knotenröhren — also wahrer Marksubstanz — bestehe. Diese Hirnsubstanz lagere sich um cylindrische, gewöhnliche Nervenröhren, welche sich in den Knoten nicht verändern, aber durch Beimischung von knotigen Röhren in ihre Bündel verstärkt werden.

Bei den wirbellosen Thieren sind die knotigen Fasern nach Ehrenberg in einem sehr geringen Verhältnisse erkennbar, während die Röhrensubstanz auch in den Ganglien deutlich überwiegend, fast ausschliessend vorhanden ist.

Ehrenberg hat die grösseren Kügelchen in der Corticalsubstanz des Gehirns und auf der innern Fläche der Retina mit den Kernen der Blutkörperchen verglichen: er hat jene Kügelchen der peripherischen Hirnenden bei Thieren grösser gefunden, wo auch die Blutkörperchen grösser sind: deswegen stellt er die Hypothese auf, dass die Kerne der Blutkörperchen gleichsam Nahrungsstoff des Gehirns seyen, wobei indess zu bedenken ist, dass auch die feinsten Capillargefässe noch Wände besitzen, und dass keine andere, als aufgelöste Theile diese Wände durchdringen können. Diese letztere Ansicht hat er besonders in einer Gratulationsschrift zu Hufeland's Jubelfeier entwickelt. An demselben Orte spricht er die Ansicht aus, dass bei den wirbellosen Thieren das Rückenmark fehle, indem der knotige Bauchstrang keine varikösen Röhren enthalte. Er vergleicht deswegen diesen Strang mit dem N. sympathicus und den von mir und Brandt beschriebenen Eingeweidenerven mit dem N. vagus. Diese Vergleichung scheint mir nicht richtig, indem der Eingeweidenerve der Insecten allerdings an mehreren Orten den Ganglien des N. sympathicus ähnliche Knötchen zeigt, während die Nerven vom Bauchstrange sich bei den Insecten durch ihren Mangel an Ganglien deutlich als Spinalnerven ausweisen.

Die Hypothese, dass der Eingeweidenerve der Insecten dem N. vagus gleiche, ist neulich auch von van Deen (*diss. de differentia et nexu inter nervos vitae animalis et vitae organicae, Lugd. Bat.* 1834.) vertheidigt worden. Mir scheint die Analogie dieser Nerven mit dem N. sympathicus der Wirbelthiere gegen allen Zweifel sicher, weil jener Nerve ein ganzes System bildet, wozu ausser dem Hauptnerven auch noch seitliche Knötchen im Kopfe gehören (wie man denn, um sich von dieser Ansicht zu überzeugen, nur die Tafeln von Lyonet und von mir von diesen Knötchen zu betrachten hat) und weil kein anderer Nerve als der N. sympathicus Nervensystem der unwillkührlichen Bewegungen seyn kann.

Von ausserordentlicher Wichtigkeit ist die Kenntniss des Verlaufs der Primitivfasern in den Nerven, denn so unentbehr-

lich auch die genaue Kenntniss der Verzweigung der Nerven ist, so handelt es sich zuletzt in der Physik der Nerven nur um die Frage, wo die Primitivfasern, die in einem Bündel enthalten sind, entspringen, und wo sich ihre Enden befinden, und es ist wenigstens für viele Fragen der Physik der Nerven gleichgültig, in welches Bündel diese Fasern hineintreten oder wie bald sie daraus hervortreten, da sie, wie man bald sehen wird, von Anfang an darin selbstständig und isolirt sind.

Die erste und wichtigste Frage ist, ob, da die Nerven sich vielfach unter sich, und selbst die Bündel eines Nerven von Stelle zu Stelle zusammenhängen, dasselbe von den in diesen Fasern enthaltenen Primitivfasern gilt. Verbinden sich die Primitivfasern unter sich niemals, so steht das Hirnende einer Primitivfaser immer auch nur mit einem einzigen peripherischen Ende im Zusammenhang, und dem peripherischen Ende entspricht nur eine einzige Stelle im Gehirn oder Rückenmark, und so viele Millionen Primitivfasern zu peripherischen Theilen hingehen, so viele peripherische Punkte des Körpers sind im Gehirn repräsentirt. Wenn aber die Primitivfasern theils in den Bündeln der Nerven, theils in den Anastomosen und Plexus zusammenhängen, und nicht bloss juxtaponirt sind: so repräsentirt das Hirnende einer Primitivfaser sehr viele peripherische Punkte, und zwar alle Punkte, deren Fasern unterwegs in einander fliessen. Da nun die Nerven überall sich scheinbar verbinden, so würde, wenn sich auch die Primitivfasern verbänden, fast so gut wie kein einziger Punkt des Körpers im Gehirn isolirt und einzeln repräsentirt werden, und die Reizung einer Primitivfaser in einem Punkte der Haut würde sich auf alle Verbindungen fortpflanzen müssen, d. h. es würde nicht die Empfindung eines Punktes im Gehirn entstehen können. Denn die Empfindung eines Punktes im Gehirn hängt offenbar davon ab, dass da, wo das Bewusstseyn statt findet, auch nur durch Eine Faser und an Einem Ort ein Eindruck geschieht. Man sieht leicht ein, dass, wenn die Anastomosen der Nerven für die Leitung des Nervenprincips dieselbe Bedeutung hätten, als die Anastomosen der Gefässe, gar keine örtliche Nervenwirkung vom Gehirn auf die peripherischen Theile, und von den peripherischen Theilen nach dem Gehirn statt finden könnte. Die ganze Möglichkeit einer exacten Physik der Nerven hängt davon ab, ob die Primitivfasern der Nerven in den Anastomosen der Bündel oder Scheiden sich wirklich oder nicht verbinden. Schon Fontana und später Prevost und Dumas haben die Beobachtung gemacht, dass die Primitivfasern der Nerven sich in dem Bündel nicht mit einander verbinden, sondern nur neben einander fortgehen. Zu dieser Zeit hat man schwerlich schon eine Ahnung von der Wichtigkeit dieser Beobachtung für die Physik der Nerven gehabt. Vor einigen Jahren, zur selben Zeit, als ich meine Versuche über die motorischen und sensibeln Wurzeln der Nerven bekannt machte, beschäftigte ich mich mit der Untersuchung jener Frage. Natürlich lässt sich immer nur eine Strecke unter dem Microscop untersuchen. Durch Fortrücken von Stelle zu Stelle kann man aber eine grössere Gewiss-

heit erhalten, ob solche Verbindungen statt haben oder nicht. Nun ist es mir nie gelungen, bei Beobachtung der auseinandergespreizten Primitivfasern eines Nervenbündelchens auf einem schwarzen Blättchen unter dem einfachen Microscop solche Verbindungen zu sehen: immer liefen diese Fasern nebeneinander, übereinander weg, und auch da, wo sich zwei Bündelchen verbanden, habe ich keine wirkliche Vereinigung der Fasern, sondern ganz deutlich eine ganz einfache Juxtaposition derselben sehen können. Man kann dieses Verhalten eigentlich schon aus der äussern Beschaffenheit der Nerven vor und nach einer solchen Vereinigung erkennen. Wenn sich die Primitivfasern bei solchen Vereinigungen verbänden, also verschmölzen und also an Zahl geringer würden, so müsste das Bündel, welches aus der Vereinigung zweier hervorgeht, halb so dünn seyn wie beide zusammen; es ist aber in diesen Fällen immer grade so dick wie beide Bündel zusammen (mit einziger Ausnahme des N. sympathicus). Bilden Nerven einen Plexus, so geht aus dem Plexus, trotz aller Kreuzung der Fasern, doch wieder so viel Nervenmasse hervor, als hereingetreten ist. Eben so verhält es sich bei der Verzweigung der Nerven. Ein Nerve, der einen Zweig abgiebt, wird gerade so viel nach der Abgabe des Zweiges dünner, als Nervenfasern von dem Stamm in den Zweig abgewichen sind; und man kann mit Hülfe der feineren Zergliederung leicht sehen, dass bei der Abgabe eines Zweiges nicht etwa jede Faser selbst sich in 2 Theile theile, wovon der eine in dem Nerven bleibt, der andere in den Zweig übergeht, sondern dass durch die Verzweigung nur die Vertheilung der im Stamm schon vorhandenen Nervenfasern abgeändert wird; deswegen können auch in einem Stamm gar verschiedene Fasern zusammenliegen, empfindliche und motorische, und oft liegen Nervenäste in dem ganzen Stamm schon vorgebildet da, welche mit den übrigen Theilen des Stamms weder eine Verbindung eingehen, noch Aehnlichkeit der Eigenschaften damit besitzen. So z. B. betrachtet man den N. mylohyoideus, einen Muskelnerven, nur ganz roh als einen Ast des N. alveolaris inferior, eines Gefühlsnerven, denn diese beiden Nerven haben gar nichts mit einander gemein, als dass sie beisammen liegen; und so ist es sehr oft. Man sieht hieraus auch ein, dass Identität der Eigenschaften der Bündel in der Natur eines Nervenstammes gar nicht liegt, sondern dass er eher, namentlich in einiger Entfernung von seinem Ursprung vom Gehirn, eine sehr mannichfaltige Juxtaposition von ganz verschiedenen Bündeln seyn kann, je nachdem sich verschiedene Bündel, die zugleich einem Gliede bestimmt sind, an ihn gelegentlich anschliessen.

Mit der eben hier erörterten Ansicht von dem unzusammenhängenden Verlauf der Primitivfasern vom Gehirn bis zu den peripherischen Theilen steht eine Vorstellung im Widerspruch, dass nämlich die Nerven bei ihrem Verlauf an Masse zunehmen sollen; diess ist aber ein Missverständniss, welches von Soemmerring herrührt. Allerdings ist ein Nerve dünner, so lange er noch innerhalb der Dura mater liegt, so lange er

noch kein Neurilem besitzt. Nachher bleibt er sich gleich, so lange er keine Aeste abgiebt. Die Aeste zusammengenommen sind jedesmal gleich dem Stamm; wenn sich etwa ein kleiner Unterschied zeigt, so kömmt er davon her, dass an den Zweigen zusammen mehr Neurilem vorhanden ist, als an dem Stamm.

Was ich eben von den Nerven bei ihrer Verzweigung bemerkt habe, gilt auch von dem Plexus zweier verschiedenen Nerven. Ich habe mit aller Mühe vor einigen Jahren die Verbindungen des N. facialis mit dem N. infraorbitalis im Gesicht des Kaninchens und Schafes zergliedert, und mich durch genaue graphische Aufnahme des Verlaufs der Primitivfasern beider Nerven überzeugt, dass sich die Fasern bloss aneinander legen, in neuen Bündeln sich vertheilen. Von diesen Principien betrachtet, muss man sich also die Primitivfasern aller Cerebro-Spinalnerven (wie es sich mit dem N. sympathicus verhält, ist mir noch nicht ganz klar) vom Ursprung bis zum Ende isolirt denken, und als Strahlen von der Achse des Nervensystems ansehen. Genau genommen gehen auch diese Strahlen beinahe in einer Linie jederseits vom Rückenmark aus, nur von Stelle zu Stelle wird bloss eine Summe dieser in einer fast zusammenhängenden Linie entspringenden Fasern in ein Bündel zusammengefasst, wie es nämlich für die Vertheilung derselben an ihre peripherischen Stellen am bequemsten ist.

Diese Ergebnisse eigener Beobachtung habe ich seit Jahren in meinen Vorlesungen vorgetragen; im Jahre 1830 hatte ich Gelegenheit, sie Herrn Professor Schroeder van der Kolk in Utrecht mündlich mitzutheilen, indem ich denselben aufforderte, diese Beobachtungen zu prüfen; jetzt haben diese Ansichten, die mit denen von Fontana und Prevost und Dumas übereinstimmen, durch das Gewicht derselben Beobachtungen von Seiten meines berühmten Collegen Ehrenberg in mir noch mehr sich befestigt.

Wie sich die Enden der Nerven verhalten, ist noch ganz unbekannt. Dass sie Netze bilden, wie Rudolphi nach den Nerven der Zunge bemerkt, gilt bloss von den mit blossen Augen sichtbaren Nervenfäden, und das sind auch keine Netze, sondern strickwerkartige Vertheilungen der Fasern, ohne dass die Primitivfasern sich eben verbinden. Auch was Prevost und Dumas von den Nervenschlingen auf den Muskelbündeln bemerken, erleidet denselben Einwurf. Wenn sich wirklich die Primitivfasern zuletzt netzförmig ausbreiten, was ich sehr bezweifle, so müsste, wenn nicht dadurch alle örtliche Empfindung aufgehoben werden sollte, wenigstens das von einer Primitivfaser ausgehende Netz von den Netzen der übrigen Primitivfasern isolirt seyn.

Die Ganglien der Nerven lassen sich in drei Classen bringen.

*I. Ganglien der hinteren Wurzeln der Rückenmarksnerven, Ganglion der grossen Portion des Nervus trigeminus, Ganglion Nervi vagi, Ganglion jugulare Nervi glossopharyngei.*

Die hier aufgeführten Ganglien haben mit einander gemein, dass sie einem Gefühlsnerven angehören; es wird aus den späte-

ren Untersuchungen sich ergeben, dass die hinteren Wurzeln der Rückenmarksnerven nur sensibel, nicht motorisch sind. Unter den Ganglien der Rückenmarksnerven zeigt das Ganglion des ersten Rückenmarksnerven zuweilen, das der beiden letztern immer Anomalien in Hinsicht seiner Lage. Das erstere liegt zuweilen noch innerhalb der Dura mater. Mayer *Nov. act. nat. cur. V. XVI.* Die beiden letzten, sehr zarten Rückenmarksnerven haben ihre Ganglien nach Schlemm's Entdeckung immer noch innerhalb der Dura mater. Mueller's *Archiv für Anatomie und Physiologie.* 1834. *I.* In dem Verhältniss, wie die hintere Wurzel zur vorderen Wurzel der Rückenmarksnerven, steht aber auch die Portio major nervi trigemini, die in das Ganglion Gasseri anschwillt, zur Portio minor, die an dem Ganglion vorbeigeht. Scarpa, Arnold und Bischoff betrachten den N. vagus wegen dessen Knoten im Foramen jugulare auch als einen bloss sensibeln Nerven, oder vielmehr als die eine sensible Wurzel eines gemischten Nerven, dessen andere oder motorische Wurzel der Nervus accessorius Willisii sey, daher sie die motorischen Fasern des Nervus vagus von der Verbindung mit dem Nervus accessorius ableiten. Mayer (a. a. O. *p.* 743.) hat die wichtige Entdeckung gemacht, dass bei mehreren Säugethieren (Ochse, Hund, Schwein) eine überaus feine hintere Wurzel des N. hypoglossus vorhanden ist, welche von der hintern Fläche der Medulla oblongata entspringt, über den N. accessorius weggeht und ein deutliches Ganglion über dieser Stelle bildet, ohne mit dem N. accessorius zusammenzuhängen. Aus diesem Ganglion geht ein dickerer Nervenfaden hervor, welcher durch eine Oeffnung in dem ersten Zahn des Ligamentum denticulatum hindurchgeht (oder, wie wir es neulich sahen, über dem ersten Zahn des Lig. denticulatum weggeht), um sich zur bekannten Wurzel des N. hypoglossus zu begeben. Diese hintere Wurzel und das Ganglion hat Mayer bis jetzt nur einmal beim Menschen gefunden. Wir haben sie bei Menschen wiederholt gesucht und nicht gefunden, aber ganz deutlich beim Ochsen gesehen.

An diese Beobachtung, die nicht vom Menschen gilt, schliesst sich eine von mir beim Menschen gemachte Beobachtung an. (*Medizin. (Vereins-) Zeitung. Berlin,* 1833. *Nr.* 52.). Ich habe nämlich an der Wurzel des N. glossopharyngeus des Menschen, von welchem man bisher bloss das Ganglion petrosum am untern Ende des Foramen lacerum kannte, ein ganz kleines Ganglion gefunden, welches an der hintern äussern Seite der Wurzel dieses Nerven, am obern, der Cavitas cranii zugewandten Anfang des Foramen lacerum liegt. Man sieht dieses Knötchen von 1 Millimeter Länge erst, wenn man die Dura mater an der Durchgangsöffnung weggenommen und den hintern Rand des Felsenbeins abgemeisselt hat. Es gehört nicht der ganzen Wurzel an, sondern einem Bündelchen von einigen Fäden derselben, welches, nachdem es durch das Ganglion gegangen, stärker geworden scheint, übrigens aber keinen, von den übrigen Wurzelfäden des N. glossopharyngeus verschiedenen Ursprung hat.

Dieses Ganglion ist in den meisten Fällen beim Menschen vorhanden. Mayer war diese Entdeckung beim Menschen entgangen, obgleich er an derselben Stelle beim Ochsen zwei kleine Knötchen richtig beobachtet hat. Das Mayer'sche Knötchen der hintern Wurzel des Nervus hypoglossus beim Ochsen scheint übrigens zu beweisen, dass die Nervenfäden in dieser Art von Ganglien sich vermehren. Diess ist hier ziemlich sicher, weil man Gelegenheit hat, den Faden vor und hinter dem Ganglion zu vergleichen, ehe der Nerve durch ein Neurilem verstärkt worden ist.

Das seit älterer Zeit schon bekannte Ganglion petrosum N. glossopharyngei scheint die Bedeutung der Ganglien der Empfindungsnerven nicht zu haben und mehr mit denjenigen Anschwellungen überein zu stimmen, welche zuweilen entstehen, wenn Aeste des N. sympathicus sich mit anderen Nerven verbinden, wie z. B. die geringe Anschwellung des N. facialis am Knie desselben hierher gehört, wo er den Ramus petrosus superficialis N. vidiani aufnimmt. In der That verbindet sich das Ganglion petrosum mit einem aufsteigenden Aste des Ganglion cervicale supremum, und durch den Ramus tympanicus Ganglii petrosi mit dem Ramus carotico-tympanicus N. sympathici.

In den Ganglien an den Wurzeln der sensibeln Nerven breiten sich die Faserbündelchen pinselförmig in der grauen Masse aus, und sammeln sich auf der andern Seite wieder zum Stamm. Ob hierbei die Primitivfasern wirklich unter einander zusammenhängen oder nicht, ist noch nicht ganz ausgemacht, es scheint indess, so viel ich an den Ganglien der Rückenmarksnerven sehen konnte, hier gar keine Vereinigung der Primitivfasern statt zu finden, ich konnte nur eine pinselförmige Entfernung der Bündelchen zwischen der grauen Masse sehen; doch ordnen sich die Primitivfasern in diesen Ganglien, wie man wenigstens deutlich an dem Ganglion Gasseri sieht, anders, und sie treten, indem sie sich anders juxtaponiren, in andern Bündelchen hervor als sie hereingetreten sind. Einige Umstände machen es wahrscheinlich, dass diese Ganglien auch Multiplicationsorgane der Fasern seyn können, so dass vielleicht eine Primitivfaser einfach vom Gehirn kommend, in der grauen Masse sich in mehrere theilt, welche sie zugleich repräsentirt. Für diese Vermehrung der Fasern sprechen wenigstens einige Beobachtungen, am meisten das Verhalten der von Mayer entdeckten hintern Wurzel des N. hypoglossus des Ochsen, die, sobald sie durch das Ganglion durchgegangen, sehr viel stärker geworden, obgleich sie noch innerhalb der Dura mater liegt und durch Neurilem sich nicht verstärkt hat. An den von Schlemm entdeckten kleinen Ganglien der 2 untersten Rückenmarksnerven, innerhalb der Dura mater, sieht man dagegen von dieser Verstärkung der Nervenfäden keine Spur. Man vergleiche übrigens die treffliche Schrift von Wutzer *de gangliorum fabrica. Berol.* 1817.

*II. Ganglien des Nervus sympathicus.*

Das Verhalten der Nervenfasern in diesen Knoten ist so schwer zu enthüllen, dass wir davon noch gar keine sichere

Kenntniss haben. Hier wie überall kömmt es in letzter Instanz auf die Hauptfrage an, ob die Primitivfasern sich wirklich verschmelzen oder auch bloss juxtaponiren, und theilweise kreuzen mit andern, oder ob die Primitivfasern nur in der peripherischen Richtung sich theilen, um sich darin zu multipliciren. Wenn irgendwo eine Multiplication der Fasern in den Ganglien anzunehmen ist, so ist es gewiss am ehesten in den Ganglien des N. sympathicus, wenigstens scheinen die in den Unterleibsgeflechten sich entwickelnden Primitivfasern, die nun sich peripherisch verbreiten, schwer auf die Wurzeln des N. sympathicus von den Rückenmarksnerven zu reduciren. Die Ganglien des N. sympathicus bilden wieder zwei Reihen. Die erste umfasst die Grenzknoten, welche da liegen, wo die Wurzeln des N. sympathicus von den Cerebral- und Spinalnerven kommen, sich zum Grenzstrang verbinden. In diese Reihe gehören alle Ganglia cervicalia, intercostalia, lumbalia, sacralia des Nervus sympathicus. In die zweite Reihe der Ganglien des Nervus sympathicus gehören die Centralknoten oder Geflechtknoten, plexusartigen Knoten in den Geflechten des Unterleibes.

*III. Ganglien an den Cerebrospinalnerven, wo sich dieselben mit Zweigen des Nervus sympathicus verbinden.*

Hierher gehören das Ganglion petrosum N. glossopharyngei, die Intumescentia gangliiformis am Knie des N. facialis, das Ganglion sphenopalatinum am zweiten Ast des N. trigeminus, das Ganglion ciliare, vielleicht auch oticum und noch einige andere. Nicht überall, wo Fäden des N. sympathicus mit Fäden der Cerebralnerven zusammenstossen, entstehen Ganglien an den letztern; diess ist vielmehr nur ein seltener Fall, denn bei der grossen Anzahl der Ursprünge des N. sympathicus von Cerebral- und Spinalnerven befinden sich doch an der Abgangsstelle dieser Fäden von den Cerebral- und Spinalnerven in der Regel keine Knoten. Wie kömmt es aber, dass in den oben erwähnten Fällen bei dem Zusammenkommen von Fäden des N. sympathicus mit Cerebralnerven gangliöse Anschwellungen an den letzteren entstehen. Diess scheint mir daher zu rühren, dass in jenen Fällen an der Stelle, wo die gangliöse Anschwellung liegt, nicht Zweige der Cerebralnerven vom Gehirn ab zum N. sympathicus, sondern vom N. sympathicus an die Cerebralnerven stossen, welche Fäden nicht der Richtung zum Gehirn am Cerebralnerven, sondern in peripherischer Richtung an diesem fortgehen. Wäre diese Bemerkung durchgreifend, so hätte man, wenn ein Cerebralnerve nicht an seiner Wurzel, sondern in seinem weitern Verlauf bei Verbindung mit dem N. sympathicus eine Anschwellung zeigt, an dieser Anschwellung ein Kennzeichen, dass die an den Cerebralnerven tretenden Fäden des N. sympathicus keine Wurzeln des letztern, sondern Beimengungen des N. sympathicus zum Cerebralnerven sind. So ist das Ganglion ciliare eine Vermengung von Fäden des N. trigeminus (Radix longa a N. nasali), des N. oculomotorius (Radix brevis a N. oculomotorio), und des N. sympathicus, eine Vermengung, welche zum Zweck hat, nicht neue Wurzeln des N. sympathicus zu geben, sondern Fäden des

N. sympathicus mit den sensibeln Fäden vom 1. Ast des N. trigeminus und den motorischen Fäden vom N. oculomotorius in die Ciliarnerven zu bringen. Eben so verhält es sich mit dem Ganglion sphenopalatinum am zweiten Ast des N. trigeminus, welches, da der N. sympathicus durch Fäden vom Ganglion oticum aus nach Bendz schon mit dem Stamm des N. trigeminus im Ganglion Gasseri Verbindungen eingeht, nicht bloss Wurzeln des N. sympathicus abzugeben, sondern Fäden vom N. sympathicus zur peripherischen Verbreitung mit dem zweiten Ast des N. trigeminus aufzunehmen scheint. In der That hat Retzius diese Fäden des N. sympathicus, welche vom Ganglion sphenopalatinum aus in den zweiten Ast des N. trigeminus peripherisch fortlaufen, beim Pferd deutlich gesehen und beschrieben. *Isis*. 1827. Das Ganglion petrosum N. glossopharyngei ist, wie ich oben zu zeigen gesucht habe, nicht das gewöhnliche Ganglion eines Empfindungsnerven, da das höher am N. glossopharyngeus liegende, von mir beobachtete Ganglion jugulare die Bedeutung eines solchen hat, sondern entsteht durch die Verbindungen von mehreren Zweigen des N. sympathicus mit dem N. glossopharyngeus. Bis jetzt lässt sich die fragliche Ansicht noch nicht ganz durchführen, sondern nur als einen Anhaltpunkt zu einer künftigen Entscheidung der Frage gebrauchen, welche von den vielen Verbindungen des N. sympathicus als Wurzeln desselben, und welche als peripherische Zweige desselben, als Abgabe an die Cerebralnerven zu betrachten sind.

Sollte es sich bestätigen, dass die bei den Verbindungen von Zweigen des N. sympathicus mit Zweigen der Cerebralnerven zuweilen vorkommenden Ganglien an blossen Verbindungsstellen und nicht an Ursprungsstellen des N. sympathicus liegen, so würde diese dritte Art von Knoten noch keine besondere Classe bilden, sondern nur in den Bereich des N. sympathicus gehören, und unter die zweite Art der Knoten zu subsumiren seyn; dann würde man dreierlei Knoten des N. sympathicus besitzen.

1. Die Centralknoten, Geflechtknoten oder plexusartigen Knoten in den Geflechten des Unterleibes.

2. Die Knoten des Grenzstranges, welche jedesmal an den Verbindungsstellen der verschiedenen Wurzeln des N. sympathicus liegen.

3. Die Verbindungsknoten des N. sympathicus an Verbindungsstellen desselben mit Zweigen von Cerebralnerven, welche die letzteren und nicht den N. sympathicus modificiren.

## *II. Capitel.* Von der Reizbarkeit der Nerven.

Im Anfange dieser Schrift sind die Gesetze der thierischen Reizbarkeit im Allgemeinen untersucht worden. Siehe oben p. 50.

Diese Eigenthümlichkeit der organischen Körper ist auch den Nerven eigen, und die allgemeinen und verschiedenen Kräfte der Nerven kommen überall durch Reize zur Erscheinung. Die Aufgabe des Physiologen ist aber, nicht allein die Gesetze dieser allgemeinen Eigenschaft zu ergründen, womit sich Brown und seine

Nachfolger leider allein beschäftigt haben; sondern die eigenthümlichen Kräfte, welche gereizt werden können, selbst zu untersuchen, und hier hat sich der Physiologie ein ganz grosses und neues Feld der Empirie eröffnet. Um die Kräfte der Nerven kennen zu lernen, müssen die Wirkungen aller möglichen Reize auf dieselben studirt werden. Auf diese Art erwirbt die Physiologie eine ähnliche empirische Zuverlässigkeit, als die Physik und Chemie der unorganischen Körper. Die Reagentien erzeugen in den chemischen Wirkungen nur Producte, Combinationen, Trennungen; in den organischen Körpern und insbesondere auf die Nerven angewandt, bringen sie, so verschieden sie auch seyn mögen, nur Erscheinungen der vorhandenen Kräfte und Veränderungen dieser Kräfte hervor, und es wird sich zeigen, dass alle Einflüsse, welche auf die Nerven wirken, entweder reizen oder die Reizbarkeit selbst verändern; im ersten Fall wirken alle Reize, so verschieden sie sind, auf dieselbe Art, und die verschiedensten Ursachen haben gleiche Wirkung, weil das, worauf sie wirken, nur einerlei reizbare Kraft besitzt, und weil die verschiedensten Dinge nur in der gleichen Eigenschaft als Reize einwirken.

### 1. Ueber die Wirkung der Reize auf die Nerven.

Alle Reize, sowohl die inneren organischen als die unorganischen, wie die chemischen, mechanischen, caustischen, electrisch-galvanischen, bewirken, auf empfindliche Theile und empfindliche Nerven angewandt, Empfindungen, so lange die Nerven mit dem Rückenmark und Gehirn in unversehrter Verbindung stehen. Alle diese verschiedenen Reize verhalten sich darin gleich, in einem gewissen Grade angewandt, bewirken sie nur Erscheinungen der Empfindung, im höhern Grade angewandt, bewirken sie Veränderungen der Empfindungskraft selbst. Alle Reize, sowohl die inneren organischen als die unorganischen, wie die chemischen, mechanischen, caustischen, electrischen, galvanischen, bewirken, auf Muskelnerven oder Muskeln selbst applicirt, Zusammenziehung der Muskeln, in welche sich der gereizte Nerve verbreitet, und diese erfolgt, wenn der Reiz auf einen Nerven applicirt wird, der mit dem Gehirn zusammenhängt, sowohl, als wenn derselbe schon vom Gehirn oder Rückenmark getrennt ist. Die Nerven haben daher durch ihre Reizbarkeit die Eigenschaft, Zuckungen zu erregen in den Muskeln, worin sie sich verbreiten; sie thun diess, so lange jene leben und nach dem Tode ihre eigene Reizbarkeit dauert. Zu den Zusammenziehungen der Muskeln von Application der Reize auf die Nerven selbst ist es nöthig, dass das gereizte Nervenstück bis zum Muskel unversehrt ist, wenn auch die Verbindung dieses Nerven mit dem Gehirn oder Rückenmark aufgehoben ist. Anderseits wirken alle Reize in einem ganzen oder verstümmelten Nerven Empfindung, so lange noch das gereizte Stück des Nerven eine unversehrte Verbindung mit dem Rückenmark oder Gehirn hat.

1. *Mechanische Reize.*

Jede Art mechanischen Reizes, Zerrung, Druck, Stechen, bewirkt in den Empfindungsnerven unter den schon erwähnten Bedingungen Empfindungen, so lange die Nervenkraft nicht durch die Heftigkeit der Einflüsse (Druck) selbst aufgehoben wird. Die Empfindung erfolgt, wenn man die Nervenenden oder die Aeste, oder den verkürzten Stamm mechanisch irritirt, so lange die Verbindung mit dem Rückenmark und Gehirn statt findet. In den Gefühlsnerven des Rumpfes und ihren Theilen bewirken mechanische Reize nur Empfindungen des Gefühls, nämlich Schmerz, Tastgefühl, in dem Gesichtsnerven und der Markhaut dagegen nach Magendie's Beobachtung kein Schmerzgefühl, sondern wie Jeder weiss Lichtempfindung, wie beim Druck und Schlag auf das Auge. In den Gehörnerven bewirkt der mechanische Eindruck, wie das Zittern der schallleitenden Medien und die mechanische Erschütterung des Kopfes und Ohrs beim langen Fahren Tonempfindung, dagegen scheint dieser Nerve kein Schmerzgefühl zu haben.

Eben so wenn man einen Muskelnerven mit der Nadel zerrt, sticht, quetscht, anzieht und dehnt, erfolgt jedesmal Zusammenziehung des Muskels, und zwar so heftig, als irgend ein galvanischer oder electrischer Reiz Muscularcontraction bewirken kann. Der mit den Muskeln zusammenhängende Theil des Nerven behält diese Kraft, so sehr man ihn auch verkürzt; dagegen erfolgen niemals Zuckungen, wenn man das andere Ende der durchschnittenen Nerven, welches mit dem Rückenmark und Gehirn zusammenhängt, mechanisch irritirt.

Die Bewegungen, welche von den von Cerebral- und Spinalnerven versehenen Muskeln abhängen, sind auf den mechanischen Reiz dieser Muskeln oder ihrer Nerven nur bloss Zuckungen, die so lange dauern, als der Reiz dauert, in den Muskeln dagegen, welche vom Nervus sympathicus abhängen, wie am Magen, Darm, Uterus, Ductus choledochus, Ureter, Harnblase, sind die Bewegungen, die auf mechanischen Reiz der Muskelfasern erfolgen, keine Zuckungen, sondern anhaltend, und dauern sehr viel länger als der Reiz dauert. Das Herz reagirt auch viel länger als der Reiz dauert, und der Rythmus der Schläge verändert sich auf lange Zeit, wenn man das Herz nur vorübergehend mechanisch reizt. Es ist daher eine empirisch festgestellte Eigenschaft der dem N. sympathicus unterworfenen Muskeln, dass die Reaction viel länger als der Reiz dauert, während in den animalischen Muskeln die Reaction grade so lange als der Reiz dauert, und oft schon aufhört, wenn der Reiz noch anhält.

Wenn mechanische Reize sehr heftig wirken, so dass die zarte Substanz der Primitivfasern leidet, so wird die Fähigkeit der Nerven, Empfindungen zu erregen, dadurch aufgehoben, sobald die leidende Stelle zwischen dem Gehirn und dem Reiz ist; auch wird ein Muskelnerve unfähig durch jede Art von Reizung Bewegen zu veranlassen, sobald der Nerve zwischen der Stelle der Reizung und dem Muskel gedrückt, gequetscht wird, und es ist eben so gut, als ob der Nerve durchschnitten werde. Die Em-

pfindungskraft des Nerven wird daher durch jede mechanische Zerstörung des Nerven zwischen Gehirn und Reizung, die motorische durch jede mechanische Zerstörung zwischen Reizung und Muskel unterbrochen. Allein die mechanische Zerstörung durch Druck lähmt nur örtlich die Kraft der Nerven, und ein Nerve hat Empfindung noch an jeder andern Stelle zwischen der Quetschung und Gehirn, und erregt Bewegungen bei Reizung jeder andern Stelle des Nerven zwischen der Quetschung und dem Muskel. Wenn man aber einen Muskelnerven in seiner ganzen Länge ausdehnt, so verliert dieser Nerve oft seine Reizbarkeit in seiner ganzen Länge, und selbst der Muskel hat zuweilen seine Contractionskraft auf jede Art der Reize verloren.

2. *Temperatur.*

Die Wärme und die Kälte erregen auch Empfindungen und Muscularcontractionen.

Wenn man einen Muskelnerven oder den Muskel selbst brennt, so erfolgen Contractionen desselben; diese sind ausserordentlich heftig, wenn man den Nerven durch die Flamme eines Lichtes brennt, diess habe ich sowohl bei Fröschen als Kaninchen gesehen; kleine Wärmegrade, wie z. B. ein erwärmtes Stück Eisen, wirken auf die Muskelnerven nicht so heftig, dass Muscularcontraction erfolgt.

Dass die Kälte eben so wirkt, zeigt bereits die ältere Beobachtung, dass sogleich heftige Contractionen in einem Muskel erfolgen, wenn man kaltes Wasser in die Arterie des Muskels einspritzt; auch kaltes Wasser auf die Oberfläche eines Muskels gegossen, erregt Contraction. Von dieser Wirkung hat man auch bereits Anwendung in der practischen Medizin gemacht, indem man bei Atonie des Uterus und Gebärmutterblutflüssen nach der Geburt kaltes Wasser in die Gefässe der noch anhängenden Placenta einspritzt. So erfolgen auch consensuelle Zusammenziehungen der Iris, wenn man kaltes Wasser in die Nase schlürft. Grosse Kälte- und Wärmegrade zerstören übrigens, mögen sie schnell oder allmählig wirken, die Nervenkraft, und es erfolgt Tod oder Scheintod. Sehr allmählige Zunahme der Wärme und Kälte kann die Reizbarkeit latent machen, so dass Winterschlaf und Sommerschlaf bei gewissen Thieren erfolgt. Siehe oben p. 85.

Die rein örtliche Zerstörung der Nervenkraft durch Kälte und Wärme wirkt, wie die rein örtliche Zerstörung derselben, durch mechanische Ursachen. Ein überaus heftiger Grad von künstlicher Kälte zerstört, eben so wie die Hitze, die Empfindungs- und Bewegungskraft in den entsprechenden Theilen. Allein alle andere Stellen der Nerven behalten ihre Reizbarkeit, und der am Ende verbrannte Muskelnerve bewirkt Zuckungen, wenn er zwischen der verbrannten Stelle und dem Muskel gereizt wird, wie ich mich an Fröschen und Kaninchen überzeugte.

3. *Chemische Reize.*

Alle chemischen Reize wirken auf die Empfindungskraft der

Nerven, so lange diese noch mit dem Gehirn und Rückenmark unversehrt in Verbindung stehen. Die Alkalien bewirken auch Zuckungen, wenn sie auf die Nerven applicirt werden; viele andere Reagentien, besonders die Säuren und die Metallsalze, bewirken dagegen, auf die Nerven applicirt, keine Spur einer Zukkung, sondern nur dann, wenn sie auf die Muskeln selbst angewandt werden, so z. B. die mineralischen Säuren, Schwefelsäure, Salpetersäure, Salzsäure, Sublimat, salzsaures Antimonium, auch Alcohol. Alle diese Mittel zerstören sogleich im concentrirten Zustande die Kräfte der Nerven, und machen sie unfähig von anderen Reizen irritirt zu werden, hinter der Stelle, wo die Berührung mit den Reagentien statt findet; dagegen behalten die Nerven ihre motorische Kraft zwischen der chemischen Zerstörung und dem Muskel. Alle die genannten Mittel zerstören auch das Muskelfleisch, bewirken aber im Moment des Contactes Zuckungen, die beim Alcohol am schwächsten sind, die ich aber doch einigemal bei Kaninchen beobachtet habe. Dagegen bewirken Alkalien oft die heftigsten Zuckungen, sobald sie auf die Nerven applicirt werden, oft viel heftigere als der Galvanismus eines einfachen Plattenpaars. Bei der Application von Kali causticum auf einen Nerven sah ich wie v. Humboldt die heftigsten, anhaltenden Zuckungen in allen Muskeln entstehen, die von diesem Nerven Aeste erhalten. A. v. Humboldt hat das Zittern 40—50 Secunden beobachtet. Derselbe beobachtete auch, dass die Zuckungen erfolgen, wenn vorher um den Nerven eine oder mehrere Ligaturen gelegt worden. A. von Humboldt *Versuche über die gereizte Muskel- und Nervenfaser. Posen,* 1797. *II. Bd. p.* 363. Hier geschah die Fortleitung des Alcali's durch die Ligaturen. Durch die Säuren sah Humboldt keine Zuckungen entstehen; die einzigen Substanzen, welche auf die Nerven applicirt nach Humboldt Zuckungen erregen, sind Kali, Natron, Ammonium, (Opium?), salzsaure Schwererde, oxydirter Arsenik, Brechweinstein, (Alcohol, oxygenirte Salzsäure?) Von beiden letzteren habe ich keine Zuckungen gesehen, wenn sie auf den Nerven allein applicirt wurden, auch nicht von Opium, wenn es rein, als wässrige Auflösung, applicirt wird. A. v. Humboldt hat die Tinctur angewandt, bei welcher vielleicht der Weingeist wirkte, obgleich auch in einem Versuche von mir Opiumtinctur unwirksam war. Auch durch das Blut bewirken reizende Mittel Nervenreizung. Man weiss, dass Brechmittel, ins Blut eingespritzt, eben so wirken, wie wenn sie in den Darmkanal gelangen; so erregen Brechweinstein und salzsaure Schwererde bloss in Wunden gestrichen, Erbrechen. Scheel *nordisches Archiv* 2. *St.* 1. *p.* 137. Magendie *sur le vomissement. p.* 16. 30. Brodie *philos. transact.* 1812.

4. *Electrische Reize* (*nach* J. Mueller *in dem encyclop. Wörterb. der medic. Wissenschaften*).

Die Electricität bewirkt in den Nerven dieselben Reactionen, wie die mechanischen und chemischen Reize. Durch mechanische Zerrung der Nerven erhält man die Empfindung eines Schlages in dem

Nerven, wie man beim Anstossen an den N. ulnaris erfährt; dasselbe fühlt man bei einer electrischen Entladung durch einen Nerven. Man darf diese Empfindung nur als Gefühl betrachten, und nicht die Ursache, die Electricität, mit der Reaction des Nerven verwechseln. Die Empfindung des Schlags ist nicht die Action der Electricität, sondern die Action des Nerven, welcher bei jeder heftigen Veränderung in dem Zustand seiner kleinsten Theile diese Empfindung hat, mag diese nun durch thierische Reize oder durch mechanische Einflüsse, oder durch Electricität erzeugt seyn. Die Entdeckung der galvanischen Electricität im Jahre 1790 hat Gelegenheit gegeben, durch Application des electrischen Reizes auf einzelne Nerven die Reizbarkeit derselben mehr zu prüfen, obgleich man in diesem wichtigen Agens nicht ein den Nerven ähnlich wirkendes Fluidum, sondern nur einen neuen Reiz zu der Zahl der bekannten Reize der Nerven kennen gelernt hat. Heterogene Metalle und viele andere heterogene, selbst thierische Substanzen gerathen bei der Berührung in electrische Spannung, die, wenn eine Leitung durch einen leitungsfähigen Körper zwischen den beiden Electromotoren statt findet, d. h. wenn die Kette geschlossen wird, sich ausgleicht und die gewöhnlichen, der Electricität eigenen Erscheinungen bewirkt, wenn sich ein Reagens für die Electricität in der kettenartigen Verbindung findet. Wird ein Froschschenkel oder irgend ein anderer muskulöser Theil eines Frosches oder frisch getödteten anderen Thieres von dem Rumpfe abgelöst, die Muskeln von den häutigen Theilen befreit und der Nerve frei herauspräparirt, so dass er durch seine Aeste mit den Muskeln noch organisch zusammenhängt, der so präparirte Schenkel auf eine isolirende Glasplatte gelegt und zwei heterogene Metallplatten, z. B. Zink und Kupfer, unter sich und zugleich mit dem Muskel und Nerven in Berührung gebracht, so erfolgt im Moment der Schliessung, oft auch bei der Trennung dieser Kette, eine Zuckung des Muskels. Diese erfolgt auch, wenn beide Metalle unter sich in Contact stehend den Nerven zugleich berühren, oder wenn beide den Muskel allein berühren. Auf diese Art angestellt, gelingt der galvanische Versuch jedesmal. Viele andere Modificationen desselben unter einfacheren Bedingungen, deren Kenntniss wir den grossen Verdiensten Aldini's, Pfaff's, Ritter's, vor Allen Alex. von Humboldt's verdanken, gelingen aber nur bei grosser Reizbarkeit der Frösche vor der Begattungszeit, in der kältern Jahreszeit nach dem Winterschlaf, nicht im Sommer, wohl aber nach meinen Beobachtungen wieder im Herbst, wenn die Witterung wieder kälter zu werden beginnt. Diese einfacheren Versuche sind gerade für die Theorie der Erscheinungen die wichtigsten. Es sind folgende:

1) *Versuche ohne Ketten.* Bei einer grossen Reizbarkeit der Frösche ist es nach Alex. von Humboldt's Entdeckung hinreichend, dass zwei heterogene oder selbst zwei homogene Metallstücke sich berühren, von denen eines allein den Nerven berührt, ein Fall, wo gar keine Kette gebildet wird; ja es erfolgen in seltenen Fällen bei einer sehr grossen Reizbarkeit des Frosch-

schenkels selbst Zuckungen, wenn bloss der Nerve mit einem einzigen homogenen Metall berührt wird — ein Fall, der zwar ungemein selten sich ereignet, den ich aber selbst schon beobachtet habe. Pfaff (Gehler's *physikal. Wörterbuch. IV. 2. p.* 709.) sah bei sehr reizbaren Individuen Zuckungen, wenn er bloss mit dem abgeschnittenen Ende des Nerven die Oberfläche von Quecksilber berührte. Ich sah das Phänomen mehrmals, wenn ich mit der Spitze einer Scheere, die ich in der Hand hielt, oder mit einer Zinkplatte, die also an beiden Enden verschieden erwärmt waren, den Nerven berührte. Man kann diesen Erfolg theils durch die Annahme eines geringen chemischen Unterschiedes in dem scheinbar homogenen Metalle, theils durch die Annahme eines Wärmeunterschiedes in demselben auf den Erfolg heterogener Metalle reduciren, da es nach den neueren Entdeckungen bekannt ist, dass selbst ein homogenes Metall durch die geringsten chemischen Unterschiede, oder durch verschiedene Erwärmung an seinen Enden in electrische Spannung geräth. Lässt man den Nerven auf ein Metall herabfallen, so erleichtert diess die electrische Erregung, vielleicht mehr durch die Schnelligkeit der Mittheilung als durch die Erschütterung. Die letztere ist ohnehin nicht die Ursache der Erscheinung, da das Herabfallen des Nerven auf Glas und Stein ohne Erfolg ist, wie die Versuche von Humboldt, Ritter und Pfaff lehren.

2) *Versuche mit kettenartiger Verbindung.* Auch die Versuche mit der Kette sind bei sehr grosser Reizbarkeit bedeutender Vereinfachung fähig, wobei jedoch bemerkt werden muss, dass diese einfachen Versuche nur in kälterer Jahreszeit, Winter, Frühling und Herbst, gelingen. So erfolgen in seltenen Fällen, wie von Humboldt entdeckt hat, Zuckungen, wenn die Glieder der Kette bloss thierische Theile sind, oder wenn sie thierische Theile und ein einfaches Metall sind, indem die heterogenen Metalle durch heterogene thierische Theile ersetzt werden.

a. Indem ein einziges Metall und Nerve und Muskel des Froschschenkels die Kette bilden. Dieser Fall ist mir im Frühling vor der Begattungszeit der Frösche und im Spätherbst sehr oft und leicht gelungen. Legte ich den Nerven des Schenkels auf eine Zinkplatte und verband Nerven und Schenkelmuskeln durch eben diese Zinkplatte, indem ich die Zinkplatte den Schenkelmuskeln näherte, so entstand oft eine Zuckung. Noch leichter gelang dieser Versuch, wenn die Zinkplatte, worauf der Nerve des Schenkels lag und der Muskel durch ein Stück von einem Frosch verbunden wurden; oder man nimmt in eine Hand eine Zinkplatte, berührt mit dieser den Nerven und, indem man mit seinem eigenen Körper die Kette schliesst, mit der andern Hand den Froschschenkel.

b. Indem der Schenkelnerve und seine Schenkelmuskeln mittelst feuchter thierischer Theile verbunden werden. Bei sehr reizbaren Froschschenkeln kann man Zuckungen erregen, wenn man zwischen dem herauspräparirten Nerven und seinem Muskel ein getrenntes Stück Muskelfleich, das an einem isolirenden Griff von Siegellack befestigt ist, einschiebt und beide berührt, wie

Alex. von Humboldt entdeckte und ich mehrmals wieder sah. Complicirter ist der von mir angestellte Versuch, dass man zwischen dem Nerven des präparirten Froschschenkels und dem Unterschenkel die Kette schliesst mittelst beider Hände durch seinen eigenen Körper, oder durch einen oder zwei lebende Frösche, oder durch einen oder zwei todte Frösche, oder durch Stücke eines Frosches. Stücke von einem todten faulenden Frosch sind selbst zur Schliessung der Kette bei hinreichender Reizbarkeit hinreichend; man erlangt denselben Erfolg, wenn man, wie ich that, den Schenkelnerven, der am Unterschenkel heraushängt, in ein Schälchen mit Blut oder Wasser (gleichviel) legt, und das Wasser und die Oberschenkelmuskeln mit einem Stück frischen oder faulen Muskelfleisches verbindet.

c. Auch wenn nicht die Muskeln des Froschschenkels, sondern nur ihr Nerve sich in der Kette befindet, kann durch einen blossen thierischen Bogen Zuckung bewirkt werden, wie von Humboldt zeigte. Er berührte den Cruralnerven (N. ischiadicus) mit seiner einen Hand und mit einem Stückchen Muskelfleisch, welches er in der andern Hand hielt, denselben Nerven, worauf Zuckung entstand. Wurde statt des Muskelfleisches ein Stück Elfenbein genommen, so blieben die Zuckungen aus.

d. In den seltensten Fällen erfolgen selbst kleine Zuckungen, wenn der Nerve gegen den organisch mit ihm verbundenen Muskel umgebogen und der letzte mit dem Nerven berührt wird.

Die ersten Phänomene dieser Art hat von Humboldt gesehen. A. von Humboldt zog einem Frosch die Haut ab und präparirte ihn so, dass der Rumpf mit den Schenkeln nur durch die entblössten ischiadischen Nerven zusammenhing. Es entstanden heftige Zuckungen, als er das Muskelfleisch der Lende leise gegen den ischiadischen Nerven zurückbeugte. (*Ueber die gereizte Muskel- und Nervenfaser. I. 32.*) Um diesen Versuch richtig zu verstehen, muss man wissen, dass von Humboldt unter Froschlenden immer das Schenkelfleisch, unter Ischiadnerv die Stämme der Nerven für die unteren Extremitäten über dem Becken, unter Cruralnerven dagegen den Hauptnerven für die untern Extremitäten (N. ischiadicus) am Schenkel selbt versteht. (Am angeführten Ort p. 35. Note.) A. von Humboldt's Versuch bestand also darin, dass er zwischen dem Becken und dem Ende des Rückenmarks alle Theile ausser den Nerven wegnahm, so dass der Rumpf mit den untern Extremitäten nur durch die Stämme der Nerven für dieselben zusammenhing, und dass von Humboldt nun das Muskelfleisch des Schenkels gegen jene Stämme der Nerven nach vorwärts umbeugte. Schon Volta hatte bei einem ähnlichen Versuch von Galvani eingeworfen, dass die erfolgende Zuckung bloss von der Zerrung des Nerven abhänge, also nicht unter die galvanischen Phänomene gehöre. Nach meiner Beobachtung ist diess auch in diesem Humboldt'schen Versuche der Fall: die Zuckung erfolgte öfters schon lange, ehe der entblösste Schenkel die Stämme der Spinalnerven berührte. Diese Zerrung des Nerven ist auch nicht wohl zu vermeiden, da der N. ischiadicus sich um den hintern Theil des untern Beckenendes herum-

schlägt, um zum Schenkel zu gelangen. Der Nerve wird, beim Umbeugen des Schenkels nach vorn gegen den Rumpf, an dieser Stelle gezerrt oder gedehnt; bei der Zerrung oder Dehnung eines Nerven erfolgen aber immer Zuckungen. Derselbe Einwurf trifft den von Galvani angestellten Versuch, wo, wenn ein Frosch abgezogen, ausgeweidet und so präparirt wurde, dass bei fast ganz weggeschnittenem untern Theile des Rückgraths (Steissbein) die Schenkel nur durch die genannten Nervenstämme mit dem Rumpfe zusammenhingen, heftige Zuckungen am ganzen Frosch entstanden, sobald die Wadenmuskeln des Frosches gegen die Schultern zurückgebogen wurden. In diesem Fall wurde das ganze Rückenmark gezerrt; indessen lässt sich der Versuch doch auch so anstellen, dass diese Einwürfe wegfallen. Nie wollte es zwar von Humboldt gelingen, Zuckungen zu erhalten, wenn er nach Abtrennung des Nerven vom Rumpfe den Schenkel gegen den Nerven und diesen gegen jenen bog; auch sah er keine Zuckungen, wenn er ohne die Muskeln zu berühren, mit einem abgeschnittenen Nervenstück einen Bogen bildend, den Nerven des Muskels an zwei Punkten berührte. Dagegen ist dieser vorletzte Versuch Pfaff sehr häufig gelungen, besonders wenn der Schenkelnerve in einer etwas grössern Strecke mit der Haut des Schenkels, nicht aber, wenn er mit den Muskeln unmittelbar in Berührung gebracht wurde. Gerade auf diese Art ist der Versuch auch mir gelungen. Ich bewirkte (im Frühling, vor der Begattung der Frösche) an einem blossen Unterschenkel mit heraushängendem Stamm der Schenkelnerven Zuckungen, indem ich den Nerven mit einem isolirenden Stäbchen dem Unterschenkel näherte und mit dem Nerven die nasse Oberhaut des Unterschenkels berührte; auch erfolgte eine Zuckung, als ich den Nerven vom Unterschenkel wieder abzog (*Physiologie I. p.* 68.). In diesem Fall bestand die Kette aus heterogenen Substanzen, nämlich aus Nerve, Muskel und Haut. Zwei von diesen kann man als Electromotoren, den dritten als Leiter betrachten. Es entsteht ein electrischer Strom und die Nervenkraft des Nerven ist das Reagens oder das Electrometer, indem sie in Folge des electrischen Stromes gereizt Zuckung erregt. Wird dagegen der Nerve des Schenkels einfach gegen den von der Haut entblössten Muskel umgebogen, so sind nur zwei Substanzen vorhanden, wovon die eine die andere an zwei Stellen berührt, aber die kettenartige Verbindung zwischen beiden Substanzen durch einen dritten Körper fehlt. Als allgemeine Bedingung zu Entstehung von Zuckungen aus galvanischen Ursachen kann man folgende ansehen. Zur Erregung von Zuckungen bei der Kette sind drei Substanzen nöthig, zwei Electromotoren und ein Leiter, der sie kettenartig verbindet. Diese Electromotoren können auch belebte und unbelebte thierische heterogene Theile seyn, Nerve und Muskel, Muskel und Haut u. s. w. Leiter kann auch ein dritter thierischer Theil seyn, der mit einem der thierischen Electromotoren homogen seyn kann; ein Stück eines Nerven und die organisch verbundenen Muskeln und Nerven bilden schon eine Kette, aber die organisch verbundenen Muskeln und Nerven

allein sind ohne einen dritten ihnen homogenen oder heterogenen Körper nicht zur Kette hinreichend. Ein Nerve gegen den Muskel umgebogen, giebt keine Zuckung, wohl aber, wenn er über die noch vorhandene äussere Haut umgebogen wird; steht aber der dritte Körper mit dem Muskel und Nerven, wenn gleich einem von beiden homogen, nicht in organischer Verbindung, ist er vielmehr ein getrenntes Stück, so kann er als Glied der Kette wirken, wie z. B. Zuckungen entstehen, wenn man durch den Bogen von einem abgetrennten Nervenstück, oder durch einen Bogen von einem Stück Muskelfleisch, die organisch verbundenen Muskel und Nerven zugleich berührt.

Sind die Electromotoren blosse Metalle, so sind die organisch verbundenen Nerve und Muskel Leiter und Electrometer zugleich; Leiter, weil Nerve und Muskel nass sind, Electrometer, weil die Nervenkraft in Folge des Reizes des electrischen Fluidums Zuckung erregt. Sie sind hier auf gleiche Art das Electrometer, wie unter ähnlichen Umständen ein nicht thierisches Electrometer, z. B. ein magnetischer Multiplicator. Es können aber die Electromotoren auch thierische Theile selbst seyn. So können die organisch verbundenen Nerve und Muskel als heterogene Substanzen so gut wie zwei heterogene todte thierische Theile Electromotoren seyn; insofern sie aber lebend sind, sind sie auch zugleich das Electrometer durch die Reizung der Nervenkraft in Folge der electromotorischen Erregung.

Bei den Zuckungen, die ohne Kette durch blosse Application von einem zweier heterogener sich berührender Metalle, oder durch Application eines einzigen Metalles auf den Nerven entstehen, muss man den Nerven als blosses Electrometer betrachten, das die in den heterogenen Metallen oder selbst in einem homogenen Metall (durch Thermoelectricität) entstandene electrische Spannung anzeigt.

Nachdem nun die allgemeinen und einfachsten Bedingungen, unter welchen durch Galvanismus Muskelcontractionen entstehen, auseinandergesetzt worden, muss jetzt von dem Verhalten der thierischen Theile bei der Schliessung, Oeffnung und während des Geschlossenseyns der Kette gehandelt werden. Wird das positive Metall als Nervenarmatur, das negative als Muskelarmatur benutzt, so erfolgen die Zuckungen meist im Augenblick der Schliessung der Kette, aber keine oder wenigstens weit schwächere bei der Trennung derselben. So verhält es sich auch, wenn das positive Metall mit dem Centralende des Nerven, das negative Metall mit einem den Muskeln nähern Theile des Nerven verbunden wird. Indessen giebt es mannichfache Zustände der Erregung, in welchen diese Erscheinungen Abänderungen erleiden; im ersten, wenn die thierischen Theile noch den höchsten Grad der Erregbarkeit besitzen, erfolgt die Schliessungszuckung bei der negativen Bewaffnung des Nerven, und nur diese allein, die Trennungszuckung dagegen bei der positiven Bewaffnung des Nerven; im zweiten Zustande der Erregbarkeit, der allmählig aus dem ersten sich entwickelt und in Verlust der Erregbarkeit zuletzt endigt, erregt die negative Bewaffnung des

Nerven oder des Centralendes des Nerven die Trennungszuckung, die positive Bewaffnung die Schliessungszuckung, die Mittelstufe sey die, wo Trennungs- und Schliessungszuckung bei jeder Bewaffnung des Nerven gleich ist. Nach Pfaff's Untersuchungen hängt das Verhalten indess sehr von den vorher schon angestellten Versuchen ab; bleibt z. B. die Kette bei negativer Bewaffnung des Nerven eine Zeitlang geschlossen, so kehrt sich das Verhältniss nicht um. Gehler's *Physik. Wörterb. IV. P. II.* p. 721. Ueber diesen Gegenstand haben in neuerer Zeit wieder Marianini und Nobili Untersuchungen angestellt. Der von Ritter angenommene Gegensatz der Flexoren und Extensoren in Hinsicht der Empfänglichkeit für den galvanischen Reiz hat sich nicht bestätigt.

In der geschlossenen Kette halten sich die Muskeln ruhig, und es wird nur ihre Erregbarkeit verändert. Nach Pfaff's Erfahrung wirken die geschlossenen Ketten nach Verschiedenheit der Vertheilung der Metalle an die Muskeln und Nerven entweder deprimirend oder exaltirend. Befindet sich ein Froschpräparat in einer Kette, worin das positive Metall (Zink) die Nervenarmatur bildet, so vermindert sich die Reizbarkeit schneller als an einem andern Froschschenkel ausser der Kette, und nach Pfaff kann man meist selbst die kräftigste Reizbarkeit durch Verweilen des Froschschenkels binnen einer Viertelstunde in einer solchen Kette so weit vermindern, dass er auf die stärksten Reize nicht mehr reagirt. Ganz anders soll die Kette wirken, wenn das negative Metall, Kupfer, an dem Nerven applicirt war; nach einiger Zeit soll nun der höchste Grad der Reizbarkeit eingetreten seyn, so dass im Augenblick der Oeffnung die Muskeln zuweilen in den stärksten Tetanus gerathen.

Dass die Nerven bei der Erregung durch galvanisches Fluidum keine blossen Leiter der Electricität sind, geht daraus hervor, dass, wenn man die beiden Armaturen an dem Nerven selbst applicirt, und also einen queren galvanischen Strom durch die Dicke des Nerven verursacht, der Nerve zwar die Zuckung bewirkt, dass aber ein gequetschter oder unterbundener Nerve, über der verletzten Stelle armirt, nicht mehr durch die verletzte Stelle hindurch wirkt. Man sieht also, dass ein gequetschter oder durch einen nassen Faden unterbundener Nerve kein Leiter des wirksamen Princips der Nerven mehr ist. Dennoch ist er aber noch ein eben so guter Electricitätsleiter, wie vorher; denn wird der Nerve über und unter der Ligatur armirt, so geht der electrische Strom durch die Unterbindungsstelle durch, und das Nervenprincip in dem zwischen Ligatur und Muskel befindlichen Nervenstück bewirkt nun die Zuckung, weil es von dem electrischen Strome angeregt wird, oder sich in der Kette befindet. Ein merkwürdiger Umstand ist der von Humboldt beobachtete, dass, wenn man durch Armirung eines Muskels und seines vorher unterbundenen Nervens über der Unterbindungsstelle Zuckungen erregen will, von der Unterbindungsstelle des Nerven bis zu seinem Eintritt in den Muskel durchaus noch ein Stück freiliegenden Nervens seyn muss. Denn unter-

bindet man den Nerven gleich bei seinem Eintritt in den Muskel, und armirt den Muskel und Nerven über der Unterbindung, so erfolgt keine Zuckung. Diese letztere erfolgt aber, wenn man den Nerven jetzt eine Strecke aus dem Muskel herauspräparirt; auch hört die Zuckung auf, wenn zwischen Unterbindung und Muskel zwar ein Stück Nerve frei liegt, dieses Stück aber mit Muskelfleisch, nassem Schwamm oder Metall umgeben wird. Es scheint also, dass in diesem Falle der Nerve zwischen der Unterbindung und dem Muskel isolirt seyn muss.

Die Zuckungen sind bei allen Froschschenkelversuchen um so stärker, je länger das zu einem Muskel hingehende Nervenstück ist. Pfaff. Die Wirkungen erfolgen ferner immer in der Richtung der Verzweigungen der Nerven, und man kann durch einen Nerven, welcher allein armirt wird, mit der einfachen Kette keine Zuckungen in Muskeln erregen, welche höher vom Stamme des Nerven ab Aeste erhalten. Dagegen zucken bei der Armirung eines Nervenstammes immer alle Muskeln, welche von dem Stamme aus nach abwärts Zweige erhalten. Bei der Armirung eines Stammes armirt man nothwendig alle schon in ihm vorgebildeten Fasern, die in die Zweige übergehen. Da die in dem Stamm enthaltenen Primitivfasern seiner Zweige in dem Stamme nicht anastomosiren, so kann die Reizung eines Zweiges auch nicht auf die höher abgehenden Muskelzweige zurückwirken. Vielleicht hängt indess die Wirkung der Nerven in der Richtung ihrer Verzweigung auch davon ab, dass die Muskelnerven das Nervenprincip oder die Bewegung desselben bloss in der centrifugalen Richtung fortpflanzen. Die Stärke der Zuckung eines Muskels hängt übrigens immer davon ab, wie viele Nervenfasern desselben in der Kette liegen; daher ist die Zuckung am geringsten, wenn bloss der Muskel in der Kette liegt, und es zuckt dann auch nur derjenige Theil des Muskels, dessen Nervenzweige dem Strome ausgesetzt sind.

Jede Veränderung in der Statik des electrischen Fluidums scheint übrigens Ursache zur Erregung des Princips der Nerven zu werden. Denn nach Marianini lässt sich nicht allein durch Oeffnung und Schliessung der Kette Zuckung erregen, sondern auch durch partielle Ablenkung des Stromes aus dem Froschschenkel, und nach Erman entstehen bei geschlossener Kette neue Contractionen, wenn der Nerve so gegen sich zurückgebogen wird, dass er sich in neuen Punkten seiner continuirlichen Strecke berührt.

Bei dem Absterben der Erregbarkeit in den vom Ganzen getrennten Theilen haben Ritter u. A. beobachtet, dass dieses Absterben nicht an allen Stellen der Nerven zugleich, sondern vom Hirnende nach dem peripherischen Ende erfolgt.

Einige von mir im Jahre 1831 gemachte Beobachtungen haben den galvanischen Versuchen an Fröschen ein neues Feld eröffnet (Froriep's *Not.* 646. 647.). Es hat sich nämlich hierdurch gezeigt, dass es gewisse zu Muskeln hingehende Nerven giebt, durch welche man vermittelst Armatur der Nerven selbst keine Zuckungen in den Muskeln erregen kann. Hierher gehören die

hinteren Wurzeln der Rückenmarksnerven, welche für einen mässigen galvanischen Reiz ganz unempfindlich sind; während die vorderen Wurzeln derselben für den galvanischen Reiz eine ausserordentliche Empfindlichkeit besitzen, und bei unmittelbarer Armatur derselben die heftigsten Zuckungen der Muskeln, zu welchen diese Nerven hingehen, bewirken. Bei diesen Versuchen öffnet man das Rückgrath der Frösche in seiner unteren Hälfte, legt das Rückenmark bloss, hebt eine der hinteren Wurzeln der Nerven für die unteren Extremitäten mit einer Nadel sanft auf, und schneidet sie mit einer feinen Scheere dicht am Rückenmark ab. Man legt dann die abgetrennte Wurzel auf ein ganz kleines Glasplättchen zur Isolation, und armirt das Ende dieser Wurzel mit einer Zink- und Kupferplatte, die man kettenartig verbindet; es entstehen dann niemals Zuckungen, wohl aber, wenn man denselben Versuch mit den vorderen Wurzeln macht. Man kann sogar eine kleine galvanische Säule auf das Ende der hintern Wurzel wirken lassen, ohne dass Zuckungen entstehen. Natürlicher Weise darf diese nicht zu stark seyn, wie in den ziemlich ungeschickt angestellten Versuchen von Seubert, sonst springt das galvanische Fluidum auf die vordere Wurzel, als einen feuchten Leiter, über, mit welchem die hintere verbunden ist, und es können Zuckungen erfolgen. Ich habe auch gezeigt, dass unter den 3 Zungennerven der Nervus lingualis bei der blossen Armatur des Nerven keine Zuckungen der Zunge bewirkt, während dieser Versuch, an dem N. hypoglossus angestellt, jedesmal Zuckungen bewirkt. Diese letzteren Versuche sind an Säugethieren angestellt. Aus anderen Versuchen weiss man, dass diejenigen Nerven, die bei der blossen Armatur derselben keine Zuckungen der Muskeln verursachen, Empfindungsnerven sind. Sonst können diese Nerven natürlich auch als feuchte thierische Theile Leiter des galvanischen Fluidums wirken, wie jeder andere feuchte thierische Theil. So zum Beispiel erfolgen Zuckungen, wenn man einerseits den N. lingualis und andrerseits die Zunge armirt, oder wenn man die Armatur auf die hintere Wurzel eines Rückenmarksnerven und auf die Muskeln anwendet, wobei der Nerve bloss Conductor ist, und nicht als lebendiger Theil wirkt. Es geht aus diesen Versuchen das merkwürdige Resultat hervor, dass gewisse, mit Muskelnerven zusammenhängende Nerven bei der galvanischen Erregung doch nicht durch das Nervenprincip auf die Muskeln wirken, was man auf zweierlei Art erklären kann, weil entweder bloss die motorischen Nerven die lebendige Fähigkeit haben, die Muskeln zu erregen, oder weil vielleicht die motorischen Nerven nur centrifugale Wirkungen des Nervenprincips nach den Muskeln, die sensibeln Nerven nur centripetale Wirkungen gegen Gehirn und Rückenmark zulassen.

Was die Wirkung des Galvanismus auf die Sinnesorgane betrifft, so hat sich gezeigt, dass das electrische Fluidum in allen Sinnesorganen verschiedene Empfindungen hervorruft, und zwar in jedem Sinnesorgane die diesem eigenthümliche specifische Empfindung. Bekannt ist der eigenthümliche Geschmack bei der Bewaffnung der Zunge. So entsteht, wenn Zink an die Spitze

der Zunge, Silber an den hintern Theil derselben applicirt wird, ein säuerlicher Geschmack, welcher bei der Umkehrung der Metalle scharf oder laugenhaft erscheint. Diese Erscheinung lässt sich selbst bei der Anwendung nur eines Metalles und eines feuchten Erregers bewirken, wie in folgendem von Volta angegebenen Versuche.

Man fülle einen zinnernen Becher mit Seifenwasser, Kalkmilch oder besser mit mässig starker Lauge, fasse den Becher mit einer oder beiden Händen, die man mit blossem Wasser feucht gemacht hat, und bringe die Spitze der Zunge mit der Flüssigkeit in Berührung, so entsteht im Augenblicke des Contacts die Empfindung von einem sauern Geschmack (Gehler's *Physik. Wörterb. IV.* 2. *p.* 736.).

Pfaff bemerkt hierbei, dass dieser Versuch zu beweisen scheine, dass nicht die durch Zersetzung des Kochsalzes des Speichels an dem positiven Metalle entbundene Säure, und das an dem negativen Pole freigewordene Alkali den Geschmack bei den galvanischen Versuchen verursache. In der That hätte er in gegenwärtigem Versuche bei Berührung der Zunge durch eine laugenhafte Flüssigkeit unmöglich sauer seyn können. Ueberhaupt wird dieser Geschmack vom Galvanismus wohl richtiger, wie aller Geschmack, von der specifischen Reaction der Geschmacksnerven abgeleitet, so dass ein Geschmack nur ein subjectiver Zustand des Geschmacksnerven, nicht aber etwas Aeusseres ist.

Eigenthümliche Gerüche von Anwendung des Galvanismus auf das Geruchsorgan sind bis jetzt noch wenig bemerkt worden; doch hat Ritter Gerüche beobachtet; auch weiss man, dass die Reibungselectricität den Geruch von Phosphor hervorruft. Ritter *Beiträge zur nähern Kenntniss des Galvanismus. p.* 160.

In dem Auge erregt dagegen der Galvanismus die specifische Empfindung des Sehnerven, die Lichtempfindung, wenn man nämlich einen leichten galvanischen Strom durch das Auge leitet, vermittelst Application der beiden Metalle auf feuchte Theile, welche das Auge begränzen. Wie die Empfindungen von Farben im Auge hervorgerufen werden, haben Ritter und Purkinje gezeigt. Es sind heutzutage die Zeiten nicht mehr, in welchen man diese Lichterscheinung im Auge als eine Entwickelung von Lichtmaterie ansah. In diesem Fall müsste das hierbei entwickelte Licht die Fähigkeit zu beleuchten haben, und man müsste im Dunkeln dabei sehen können; diess ist aber nicht der Fall. Die Lichtempfindung ist hier vielmehr die gewöhnliche Reaction des Sehnervens, welcher gegen alle Reize, mechanische sowohl als electrische, Licht als einen Zustand seiner selbst empfindet, der bloss subjectiv und die Qualität der Empfindung ist, gleichwie Wollust und Schmerz Qualitäten oder Zustände anderer Nerven, nämlich der Gefühlsnerven sind, während der Sehnerve bloss der Empfindung von Licht und Farben, nach Magendie aber nicht der Empfindung des Schmerzes fähig ist. Diese Ansicht von der Natur jener Lichterscheinungen, welche nach den einflussreichen Versuchen von Purkinje über das subjective Sehen, und nach unseren eigenen zahlreichen Erfahrungen in

diesem Felde unausweichlich ist, sehen wir auch von Physikern des ersten Ranges vorgetragen. So erklärt nämlich Pfaff die erwähnte Erscheinung, indem: „überhaupt Reize von der verschiedensten Art, namentlich mancherlei mechanische, die auf das Auge einwirken, in dem Sehnerven die specifische Empfindung, durch welche er reagirt, Lichterscheinungen unter mancherlei Gestalten, als Blitze u. s. w., hervorbringen." Gleichwie die Electricität im Auge einen Zustand des Sehnerven als Lichtempfindung bewirkt, so bewirkt sie in dem Gehörnerven einen Zustand als Tonempfindung. Volta empfand, als sich seine Ohren in der Kette einer Säule von 40 Plattenpaaren befanden, im Augenblick der Schliessung eine Erschütterung im Kopfe, und einige Augenblicke nachher ein Zischen und stossweises Geräusch, wie wenn eine zähe Materie kochte, welches die ganze Zeit der Schliessung der Kette fortdauerte. *Philos. transact.* 1800. *p.* 427. Ritter empfand bei der Schliessung der Kette, wenn beide Ohren sich darin befanden, einen Ton wie G der eingestrichenen Octave oder $\bar{g}$; befand sich nur ein Ohr in der Kette, so war vom positiven Pol aus der Ton tiefer als $\bar{g}$, am negativen aber höher. Ueber die Wirkungen der Electricität auf die Absonderungen siehe oben p. 451.

### II. Ueber die Veränderung der Reizbarkeit durch die Reize.

Bisher haben wir bloss die Erscheinungen der Kräfte untersucht, welche durch die Anwendung der Reize entstehen. Jetzt werden wir die Veränderungen der Kräfte selbst betrachten. Alle reizenden Einflüsse, welche in den Nerven durch Veränderung der Materie Erscheinungen ihrer Kräfte hervorrufen, können auch die Reizbarkeit selbst verändern. Bei jeder Reaction findet ein Aufwand der vorhandenen Kräfte statt, insofern sie durch Veränderung der Materie bewirkt wird, je länger die Reizung dauert, um so grösser ist diese Veränderung. In dem gesunden Leben ist die Erregung nie so gross, dass durch gewaltsame Veränderung der Materie die Fähigkeit zu Lebensäusserungen auf eine empfindliche Art verletzt wird. Die beständige Wiedererzeugung, die Ausgleichung der materiellen Veränderungen durch die während der Ernährung fortgesetzte Wiedererzeugung, gleicht die täglichen Veränderungen aus. Wenn aber die Reizung stärker wird, so reicht die Wiedererzeugung nicht so bald hin, um diesen Verlust zu ersetzen, und die Reizung kann so stark seyn, dass sie die Summe der vorhandenen Kräfte erschöpft. Diese Verhältnisse, welche wir in der Ausübung der Muskelbewegung, des Geschlechtstriebs, der Geistesfunctionen täglich kennen lernen, finden auch bei der unmittelbaren Anwendung der Reize auf die Nerven statt. Wenn man einen Nerven lange galvanisirt, so werden die Reactionen immer schwächer und zuletzt Null, und es bedarf einiger Zeit, ehe wieder Reaction erfolgt, wenn sich nämlich die Nervenkraft (durch den Contact mit dem Blut) wieder erholt hat. Es ist eben so mit den Empfindungen. Je länger man ein farbiges Bild ansieht, um so schmutziger wird es und

es verschwindet zuletzt in Grau, je mehr die vom Licht gereizte Stelle an Reactionskraft verliert; diese Stelle sieht zuletzt gar nicht mehr. In allen diesen Fällen wird die Reizbarkeit durch die Reizung erschöpft, und nicht durch die eigenthümliche Wirkung der Einflüsse. Die Reizbarkeit kann aber auch, was Brown nicht glaubte, was aber von der Theorie des Contrastimulo besonders anerkannt worden ist, durch Einflüsse unmittelbar ohne Reizung sogleich erschöpft werden; wenn eine fremdartige Potenz sich unmittelbar auf Kosten der organischen Combinationen geltend macht und den Nerven mit der Nervenkraft vernichtet. So wirkt die Electricität im höchsten Grade des Effects im Blitz, eben so der Druck, die Zerquetschung des Nerven und seiner Primitivfasern, ferner die Behandlung der Nerven mit chemischen Agentien, welche die organische Combination des Nerven aufheben, und zersetzen, wie die mineralischen Säuren, die Metallsalze, Alcohol im concentrirten Zustande.

Wirkt diese fremdartige Gewalt auf alle Nerven zugleich, wie die Electricität in dem Blitz, oder eine sehr starke Batterie, oder wird ein Nerve in seiner ganzen Länge ausgedehnt, so wird die Reizbarkeit in dem ganzen Nerven oder im ganzen Organismus aufgehoben; wirkt sie nur auf einer Stelle des Nerven, wie Caustica, Druck, Quetschung, so wird auch nur diese Stelle gelähmt, und die zwischen der Quetschung und dem Muskel befindlichen Theile des Nerven haben ihre motorischen Kräfte behalten.

Die Wärme und die Kälte, welche in einer gewissen Stärke und einer gewissen Zeit Stimulantien sind, werden deprimirend, sobald sie sehr lange im stärkern Grad angewandt werden.

Die Kälte, welche so gut wie die Wärme Entzündung und Brand erregen kann, macht die Glieder taub oder empfindungs- und bewegungslos; diese Wirkung kann örtlich und allgemein seyn: die Wärme scheint örtlich ohne Entzündung und Brand zu erregen, nicht die Glieder taub zu machen; allein die allgemeine anhaltende Wirkung der Wärme ist auch Schwäche der Nervenfunctionen.

Bei einigen Einflüssen geht vor der Zerstörung noch eine kurze Irritation vorher, wie beim Quetschen der Nerven, bei der Behandlung derselben mit Alkali. Dieselben Reizungserscheinungen beobachtet man noch deutlicher bei einem grossen Theil der Narcotica, deren Hauptwirkung scheint, die Mischung der Nerven zu verändern und in höherem Grad der Wirkung, die Nervenkraft aufzuheben.

Eine ganze Abtheilung von Stoffen besitzt im aufgelösten Zustand einen gewissen Einfluss auf die Kräfte der Nerven und zerstört dieselben, ohne dass diese Stoffe sich auf sehr eigenthümliche Art gegen andere chemische Reagentien verhalten, ohne dass sie caustisch sind, und die organischen Verbindungen im Allgemeinen auflösen. Diess sind die Alterantia nervina, die man Narcotica nennt. Alle diese Mittel alteriren die materielle Zusammensetzung der Nerven. Einige sind in kleinen Gaben reizend und weniger deprimirend, wie Opium, Nux vomica, alle in grossen Gaben sogleich deprimirend durch

Alteration. Dass diess durch eine unseren Sinnen und der chemischen Probe entgehende Umwandlung der Nervenmaterie geschieht, ist wahrscheinlich und anzunehmen nothwendig; allein diese Umwandlung zeigt sich uns nur an dem Verlust der Nervenkräfte, und der durch Narcotica getödtete Nerve verhält sich dem äussern Anschein nach ganz so wie der gesunde Nerve, wenigstens wenn man reine Narcotica in wässrigen Auflösungen, zum Beispiel wässrige Auflösung von Opium, anwendet.

Ehe wir nun aber die Wirkung der narcotischen Stoffe auf die Nerven näher untersuchen, wollen wir erwägen, ob es nicht auch Stoffe giebt, welche die Reizbarkeit der Nerven erhöhen.

*I. Integrirende Reize.*

Nach früheren Versuchen war es sehr wahrscheinlich, dass es viele Stoffe giebt, welche die Reizbarkeit der Nerven erhöhen, und die Heilkunde erwartete von diesen Versuchen einen grossen Erfolg. A. v. Humboldt *über die gereizte Muskel- und Nervenfaser.* Allein die stärkere Wirkung der galvanischen Action nach Befeuchtung der Nerven mit Aqua oxymuriatica und alkalischen Solutionen beweist noch nicht, dass die Reizbarkeit der Nerven durch jene Flüssigkeit erhöht werde, sondern beweist nur, dass die galvanische Action stärker ist. Auch hat Pfaff, *nord. Archiv. Bd. 1. p.* 17. durch Versuche erwiesen, dass die mehrsten jener Stoffe nicht durch Erhöhung der Reizbarkeit wirken, sondern insofern sie als Glieder der galvanischen Kette den galvanischen Reiz selbst vermehren, und die galvanische Action bei derselben Stärke der Reizbarkeit erhöhen; jene Flüssigkeiten wirken daher nur immer stärker als das Wasser, welches zur galvanischen Action als Leiter nöthig ist. Die Heilkunde hat auch ihre Hoffnungen auf Mittel, welche die Kraft der Nerven verstärken, ganz aufgegeben, und diese Mittel leisten das, was sie sollen, nur in den Lehrbüchern der Materia medica.

Mittel, welche reizen giebt es allerdings genug, wie Kampher, die Ammoniakalien, die Electricität, und diese Mittel sind vortrefflich, wo die nicht erschöpften, sondern bloss geschwächten Nervenkräfte des Reizes bedürfen. Sie reizen, sie verursachen eine Nervenaufregung, aber sie vermehren nicht die Stärke der Reizbarkeit. Die Nervenkraft nimmt nur zu durch dieselben Processe, wodurch sie beständig wiedererzeugt wird, nämlich die beständige Reproduction aller Theile aus dem Ganzen, und des Ganzen durch die Assimilation. Für einen geschwächten Theil des Nervensystems sind gelinde Reize daher nicht darum nützlich, weil sie die Reizbarkeit erhöhen, denn das thun sie nicht, sondern weil ein gereizter Theil mehr die Ergänzung des Ganzen anspricht, und daher vorzugsweise wiedererzeugt und ergänzt wird. So stelle ich mir die nützliche Wirkung der Reize in den Nervenkrankheiten vor, und hier ist wieder am meisten auf die Wärme oder das Feuer zu halten, denn die Wärme ist die Ursache, dass zuerst die Erzeugung der Theile aus der vorhandenen Kraft des Ganzen beginnt; daher ist auch das Feuer oder eine recht anhaltende, langsam abbrennende Moxa, oder besser das lange andauernde Nähern einer brennenden Kerze an den leidenden

Theil ohne Branderzeugung das allein bewährteste und wirklich hülfreiche Mittel in den anfangenden Lähmungen, Neuralgien, Tabes dorsalis u. s. w.

*II. Alterirende Reize.*

Hieher gehören die Narcotica, welche, indem sie reizen, zugleich die Nervenmaterie zu zersetzen scheinen. Insofern diese Mittel die materielle Zusammensetzung der Nerven alteriren, bedient sich die Arzneikunde derselben in kleinen Gaben zuweilen mit Erfolg in Lähmungen, um feinere materielle Veränderungen der Nerven auszugleichen, oder nach einer solchen Umstimmung der Natur selbst Gelegenheit zur Einleitung der Heilung zu geben. In stärkerem Grade angewandt, wirken die Alterantia nervina seu Narcotica sogleich zersetzend.

Die Veränderung der Nerven bei unmittelbarer Application des Giftes auf dieselben tritt ohne Zeichen von Reizung, ohne Zuckung allmählig bis zur Paralyse ein. A. v. Humboldt beobachtete, dass auch das Opium, nämlich Opiumtinctur, Zuckungen errege. Ich selbst habe nie, weder bei der Anwendung des Opiums in wässriger Auflösung, noch des Strychnins, noch des spirituösen Extractes von Nux vomica auf die entblössten Nerven eines Kaninchens, der Frösche und der Kröten Zuckungen entstehen sehen, und glaube nicht, dass jemals ein Narcoticum, unmittelbar auf einen Nerven angewandt, eine Zuckung errege, wenn es nicht durch das Rückenmark und Gehirn auf die Nerven wirkt. Strychnin erregt nicht einmal Zuckungen, wenn es gepulvert auf das nasse Rückenmark eines Frosches angewandt wird, sondern nur wenn es in die Blutmasse gelangt, und durch das veränderte Blut auf das Rückenmark, und letzteres wieder auf die Nerven wirkt. Ist daher ein Thier durch Opium, Strychnin vergiftet, so hören die Zuckungen einer Extremität auf, sobald ihre Nerven durchschnitten werden, und vernichtet man einen Theil von dem Rückenmark eines Thiers, ehe man es durch Upas tieute oder Angustura vergiftet, so werden alle diejenigen Theile, die von dem vernichteten Theil des Rückenmarks ihre Nerven empfangen, von Zuckungen befreit. Hieraus geht wohl unwiderleglich hervor, dass die Narcotica nicht durch sich selbst und auf die Nerven selbst wirkend Zuckungen erregen, sondern durch Vermittelung des Rückenmarks und Gehirns.

Eine ganz andere Frage ist, ob narcotische Gifte nicht durch sich selbst und auf die Nerven wirkend die Reizbarkeit der Nerven erschöpfen können, auf analoge Art wie chemische Reizmittel die Reizbarkeit der Nerven zerstören. Diese Frage haben die Schriftsteller nicht von der vorhergenden getrennt, und man hat Unrecht gethan, wenn man beide gleich beantwortete. Die gewöhnlichste Wirkungsart der narcotischen Gifte, wenn sie die Empfindungskraft und Bewegkraft der Nerven lähmen, ist, dass sie ins Blut aufgenommen werden, vom Blut aus in den Capillargefässen auf das Gehirn, Rückenmark und die Nerven wirken. Die zweite Wirkungsart, welche langsamer geschieht und vielmehr isolirt wirkt, ist dass sie die Nervenkraft örtlich zerstören.

1. *Wirkungsart der narcotischen Gifte durch das Blut.*

Es wurde sonst häufig angenommen, dass die allgemeinen Erscheinungen bei örtlichen narcotischen Vergiftungen durch Fortpflanzung des Zustandes durch die Nerven entstehen. In diesem Sinne haben selbst neuerlich, wo man hierüber besser belehrt war, Dupuy und Brachet behauptet, dass man Thiere durch in den Magen gebrachte Gifte nicht vergiften könne, wenn man vorher den N. vagus auf beiden Seiten durchschnitten habe. Diess ist jedoch eine grundlose Behauptung, denn wir haben in den vielen Versuchen, welche Herr Wernscheidt unter meiner Leitung über diesen Gegenstand anstellte, durchaus keinen Unterschied der Zeit in dem Eintreten der Vergiftungszufälle gesehen, mochten die Nerven vorher durchschnitten seyn oder nicht. Es ist jetzt erwiesen, dass die Vergiftungszufälle durch Aufnahme des Giftes in das Blut durch Imbibition entstehen. Ueber die Schnelligkeit dieses Ueberganges siehe oben p. 234. Die ersten Beweise für diese Theorie der Vergiftungen hat Fontana geliefert. Fontana hat Versuche mit Vipern-, Tikunas-, Kirschlorbeergift und Opium angestellt. Das Resultat aller seiner Versuche ist, dass diese und ähnliche Gifte nur indem sie in die Blutmasse gelangen, ihre allgemeinen Wirkungen hervorbringen, dass sie aber auf die Nerven nur einen örtlichen Einfluss haben. Fontana, *Abhandl. über das Viperngift etc. aus d. Französ. Berlin*, 1787. Brodie durchschnitt in der Achselhöhle eines Kaninchens alle Nerven der Vorderbeine, und streute Woraragift in eine Wunde am Fusse; die Wirkung des Giftes erfolgte dennoch. Er unterband das Hinterbein eines Kaninchens, die Hauptnerven ausgenommen, mit einer starken Ligatur, und streute Worara in eine Wunde am Bein; die Wirkung blieb aber ganz aus, bis er die Ligatur löste, und sogleich erfolgte die Vergiftung. *Philos. trans.* 1811. *p.* 178. 1812. *p.* 107. Wedemeyer fand durch Versuche mit Blausäure, die so heftig wirkte, dass sie in's Auge und mehrere Stellen des Körpers gebracht, innerhalb einer Secunde tödtete, dass sie unmittelbar auf die Nerven angewendet, gar keine plötzliche Wirkung hervorbrachte. *Physiol. Untersuchungen über das Nervensystem u. die Respiration. Hannover*, 1817. *p.* 234. Vrgl. Emmert, *Tübing. Blätter.* 1811. 2. *Bd. p.* 88. *Salzb. medic. Zeitung.* 1813. 3. *Bd. p.* 62. Meckel's *Archiv* 1. 176. Schnell *Diss. sist. historiam veneni upas antiar. Tubing.* 1815. Emmert amputirte an Thieren die Extremitäten, so dass sie nur mit dem übrigen Körper durch die Nerven in Verbindung standen, das in den Fuss eingebrachte Gift äusserte keine Wirkung. Ebenso wendete er das Gift unmittelbar auf die Nervenstämme an, auch hier blieb die Wirkung aus. C. Viborg (*Act. reg. soc. med. Hafn.* 1821. *p.* 240.) hat fast eine Drachme concentrirter Blausäure unmittelbar auf das durch Trepanation entblösste Gehirn eines Pferdes gebracht, ohne irgend eine Wirkung des Giftes zu spüren. Siehe Lund *Vivisectionen p.* 103. 104. Hubbard (*Philadelph. Journal. Aug.* 1822.) hat zwar bei Anwendung der Blausäure auf die Nerven sehr schnelle Wirkung gesehen, gesteht aber selbst, dass wenn er den Nerven isolirte durch eine untergelegte Karte, durchaus keine Wirkung erfolgt

sey. Die schon p. 226. angeführten Versuche von MAGENDIE, DELILLE und EMMERT beweisen auch, dass die Aufnahme des Giftes in die Blutmasse durch Resorption und Tränkung ausserordentlich schnell ist, und EMMERT hat gezeigt, dass die Unterbindung der Aorta die Wirkung des in die Venen eingebrachten Giftes hemmt. EMMERT fand die schnellste Wirkung der Angustura, der Upas antiar, der Blausäure 2 — 5 Secunden. Ueber die Schwierigkeiten der Erklärung einer so schnellen Wirkung, siehe oben p. 234.

Vor Kurzem habe ich selbst einige Versuche über die Wirkung der Gifte auf die Nerven angestellt; ich habe bei Kröten den Schenkelnerven blossgelegt, und alles Schenkelfleisch abpräparirt, so dass der Unterschenkel mit dem Oberschenkel nur durch den Nerven und den Knochen mit dem Rumpf in Verbindung stand. Bei diesen Kröten habe ich die präparirten Schenkel in eine Auflösung von essigsaurem Morphium und in concentrirte Auflösung von Opium getaucht, und lange in dieser Stellung erhalten. Bei diesen Thieren fand durchaus keine Narcotisation am Rumpfe statt, selbst viele Stunden nachher waren sie noch von ganz unversehrter Empfindung und Bewegung.

Aus allen diesen Versuchen geht hervor, dass die schnelle allgemeine Wirkung der örtlichen Vergiftung nicht durch die Nerven, sondern durch das Blut geschieht, und vom Blute wieder auf alle Theile wirkt. Allein es lässt sich auch beweisen, dass die allgemeine Wirkung der Gifte erst wieder vorzugsweise durch die Centralorgane des Nervensystems bedingt ist, welche das vergiftete Blut narcotisirt. Denn

1. nach einem durch Vergiftung herbeigeführten Tod äussern die Nerven und Muskeln noch eine geraume Zeit hindurch Reizbarkeit.

2. Wird einem Thiere, nachdem man die nach einer Extremität führende Arterie unterbunden hat, ein Gift beigebracht, welches Zuckungen erregt, so bemerkt man, dass diese Operation jenen Theil vor Theilnahme an der allgemeinen Wirkung des Giftes nicht sichert. LUND *Vivis. p.* 109. Dass das Herz nicht durch Lähmung desselben, die WILSON bei Behandlung mit Tabacksinfusion und Tinct. Opii bei Fröschen sah, die Ursache der allgemeinen Wirkung des Giftes ist, beweist, wie LUND bemerkt, der Umstand, dass Frösche die Ausschneidung des Herzens viele Stunden überleben. Auch die Lungen sind nicht die Ursache, denn künstliche Respiration vermag die Thiere nicht zu retten. Man muss daher annehmen, dass das Gehirn und Rükkenmark auf dem Wege der Circulation durch das Schlangengift und alle starke Narcotica zuerst und also die Hauptquellen des Nervenlebens angegriffen werden. Durchschneidet man bei einem Thiere, das durch Opium, Strychnin, Upas, Angustura vergiftet ist, die Nerven einer Extremität, so hören die Zuckungen derselben auf; eben so nach Vernichtung eines Theils vom Rückenmark die Zuckungen derjenigen Theile, deren Nerven von der vernichteten Stelle abgehen. Das Opium und das Schlangengift scheinen Gehirn und Rückenmark in gleichem Grade zu afficiren; Strychnin

und die verwandten Gifte, Angustura, wirken in noch höherem Grade auf das Rückenmark; denn Starrkrampf und Lähmung sind die Hauptsymptome, und diese dauern noch fort nach der Durchschneidung des Rückenmarks, in den unter dem Schnitt gelegenen Theilen, wie Backer gezeigt hat, während doch die Krämpfe sonst durch Zerschneidung der Nerven aufhören. Auch bleiben die Zuckungen im ganzen Körper bei der Vergiftung mit Angustura, wenn das Gehirn abgeschnitten wird; am Kopfe äussern sich die Zuckungen in den Ohren. Ich habe einen Versuch bei Fröschen angestellt, der wiederholt dieselben Resultate giebt und sehr instructiv ist. An einem Beine durchschnitt ich alle Gefässe und Muskeln des Oberschenkels, präparirte sie am Oberschenkel ab, liess aber den Nerven unverschrt. Nun vergiftete ich den Frosch mit Nux vomica. In dem gesunden Bein war die Reizbarkeit viel schneller erloschen, bald trat die gewöhnliche Folge der narcotischen Vergiftung bei Fröschen ein, dass, wenn man sie auch nur leise berührt, doch der ganze Frosch zuckt. Nachdem alle diese Zuckungen am ganzen Frosch aufgehört, zuckten immer noch die Wadenmuskeln des präparirten Beins, sobald ich den Frosch an irgend einer Stelle des Körpers berührte; dasjenige Bein, welches kein Blut mehr erhielt, behielt also seine Reizbarkeit für die vom Rückenmark ausgehenden Reize viel länger als das andere Bein, dessen Nerven und Muskeln durch das Blut dem Gifte selbst ausgesetzt wurden. Man geht also zu weit, wenn man behauptet, die Gifte wirken nur auf die Centraltheile; sie wirken auch durch den Kreislauf auf die Nerven selbst. Die Vergiftungszufälle vom Rückenmark aus sind erst Zuckungen, dann Lähmung; die Vergiftungszufälle der Nerven selbst sind keine Zuckungen, sondern Vernichtung der Reizbarkeit. Ein Bein vom Frosche, das vor der Vergiftung so präparirt worden, erhält auch seine Reizbarkeit länger als das andere, dem das Gift durch den Kreislauf zugeführt werden kann. Vergl. Lund *Vivis.* 112. Backer *commentatio ad quaest. physiol. Traject. ad Rhen.* 1830. So viel von der Wirkung der narcotischen Gifte durch den Kreislauf und das Blut.

2. *Oertliche Wirkung der narcotischen Gifte auf die Nerven.*

So gewiss es ist, dass die allgemeinen Wirkungen der örtlichen Vergiftung durch das Blut bedingt sind, so wenig lässt sich die örtliche Vergiftung der Nerven selbst läugnen, und diess ist gerade der Punkt, über den fast alle neuere Experimentatoren hinweggegangen sind.

Al. v. Humboldt, Wilson, Brodie haben gezeigt, dass Opiumtinctur und Tabacksinfusum die Kraft des Herzens lähmen. Humboldt sah die Herzschläge zuerst sehr schnell werden und dann ganz aufhören, wobei die Vermehrung der Schläge vielleicht auf Rechnung der Tinctur kömmt.

Die offenbarste örtliche Nervenlähmung durch ein narcotisches Gift ist die Erweiterung der Pupille und Lähmung der Iris durch Application eines Tropfens einer Auflösung des Belladonnaextractes. Hier dringt das narcotische Gift durch Tränkung bis zu den Ciliarnerven, die sich in der Iris verbreiten und zur

Iris selbst. Dass die Wirkung rein örtlich ist, dass die Aufnahme ins Blut auch nicht den geringsten Antheil hat, sieht man daran, dass die Iris des gesunden Auges nicht zugleich erweitert wird. Bekannt sind aber auch die örtlichen narcotischen Wirkungen des Opiums, des Morphiums bei Einreibungen, wo man starke Local-wirkung ohne auffallend allgemeine Wirkung erzeugen will. Eben so die örtlichen Lähmungen von Bleivergiftung an den Händen. Um diese örtliche Wirkung ausser Zweifel zu setzen, präparirte ich bei einem Frosch den Schenkelnerven weit heraus, und legte ihn in eine Auflösung von essigsaurem Morphium; nach einiger Zeit hat das Ende des Nerven ganz seine Irritationsfähigkeit verloren. Dasselbe erfolgte, wenn ich Muskeln in Opiumauflösung tauchte, wie auch A. v. Humboldt bereits gezeigt hatte. Bei Kröten, an denen die Nerven so präparirt waren, dass die Unterschenkel nur durch den Schenkelnerven mit dem Rumpfe zusammenhingen, tauchte ich diesen Unterschenkel mit dem Schenkelnerven in eine starke wässrige Auflösung von Opium; nach kurzer Zeit war alle Irritationsfähigkeit an Nerven und Muskeln für den galvanischen und mechanischen Reiz verloren.

Aus allen diesen Beobachtungen ist die örtliche Wirkung der narcotischen Gifte auf die Nerven unzweifelhaft. Wir müssen jetzt zu bestimmen suchen, ob sich diese Art der Vergiftung weiter verbreitet als über die unmittelbar afficirten Nerven und Muskeln. Ich habe directe Versuche angestellt, welche beweisen, dass die örtliche Narcotisation der ganz entblössten und frei präparirten Nerven nicht schnell sich verbreitet, sondern auf den Ort der Narcotisation beschränkt bleibt.

1. Fürs Erste werden die Unterschenkelmuskeln und ihre Nerven nicht mit narcotisirt, wenn der Hauptschenkelnerve selbst durch Eintauchen in essigsaures Morphin oder Opiumauflösung narcotisirt war. Der mechanische und galvanische Reiz bewirkt dann an dem obern Ende des Nerven keine Zuckungen der Muskeln mehr, wohl aber, wenn sie auf die unteren Theile des Nerven und die Unterschenkelmuskeln applicirt wurden. *Die narcotische Wirkung wirkt also vom Nervenstamm nicht auf die Aeste.*

2. Die narcotische Wirkung auf einer Stelle des Nerven wirkt auch nicht rückwärts auf das Gehirn. Ich habe schon die hieher gehörigen Versuche von Kröten erwähnt, deren Schenkelnerven ich durch Narcotisation alle Reizbarkeit genommen hatte, ohne dass diess auf die übrigen Theile des Rumpfes zurückwirkte. Dass aber allmählig eine Rückwirkung erfolge, machen andere Beobachtungen wahrscheinlich; denn durch jede örtliche Erschöpfung der Nervenkraft durch Entzündung, Brand entsteht allmählig Erschöpfung der allgemeinen Nervenkräfte. Hier lernen wir nun einen wichtigen Unterschied in der Wirkung der Einflüsse auf das Nervensystem kennen. Denn

a. die Reize, welche Nervenerscheinungen bewirken durch Reizen der Nervenkraft, wirken augenblicklich in der ganzen Länge der Nerven durch alle Fasern, die irgendwo gereizt worden. Die Zuckung erfolgt auf der Stelle in der Entfernung an den entsprechenden Muskeln, wenn die Nervenfaser irgendwo in

ihrer Länge vom Stamme bis zum Muskel gereizt wird, und eben so schnell erfolgt die Empfindung.

b. Die Einflüsse, welche die Summe der vorhandenen Kraft verändern, nämlich erschöpfen, wirken nicht von dem örtlichen Theile schnell und unmittelbar auch in der Richtung der Nervenfasern, sondern allmählig, indem sich die Kräfte der gesunden und kranken Theile der Nerven in Gleichgewicht setzen, und der örtliche Zustand allgemeine Symptome erregt.

So wirkt die Erblindung eines Auges zuletzt allmählig Atrophie des Sehnerven, welche eben so nach Atrophie eines Thalamus n. optici erfolgt. So schreitet die Tabes dorsalis von unten nach oben fort. So entsteht nach heftiger Verletzung einzelner Nerven Veränderung des ganzen Rückenmarkes, Tetanus.

### III. Ueber die Abhängigkeit der Nerven vom Gehirn und Rückenmark.

In wiefern zur Erhaltung der Reizbarkeit der Nerven ihre dauernde Communication mit dem Gehirn und Rückenmark nothwendig sey, und ob die Muskeln ohne die Communication ihrer Nerven mit den Centraltheilen des Nervensystems ihre Reizbarkeit zu erhalten vermögen, diese Frage konnte man sich bisher nicht mit Sicherheit beantworten, ja sie ist kaum einigemal berührt worden. Man weiss zwar, dass die Nerven nach der Durchschneidung noch eine Zeitlang in dem dem Gehirneinfluss entzogenen Stücke ihre Reizbarkeit behalten, d. h. fähig sind, auf Reize, die auf sie angewandt werden, Zuckungen der Muskeln zu bewirken; allein eine ganz andere Frage ist, ob die Nerven fähig sind, die Reizbarkeit für immer unabhängig vom Gehirn zu behalten. Nysten hatte behauptet, dass die Muskeln von kurze Zeit nach einem apoplectischen Anfalle Verstorbenen trotz der Hirnlähmung auf galvanischen Reiz sich zusammenzögen. Nysten *recherches de physiol. et de chim. pathol.* Ich hatte jedoch gute Gründe, zu glauben, dass die Nerven nur kurz nachher noch ihre Kraft besässen, diese aber nach einem längeren Zeitraume vollkommen untergehe, so dass es scheinen sollte, als kämen den Nerven nur unter dem steten und unversehrten Einflusse des Gehirns eigenthümliche Kräfte zu. Denn einmal hatte ich bei Versuchen über Wiedererzeugung des Nervengewebes an einem Kaninchen die Beobachtung gemacht, dass der untere Theil des N. ischiadicus, den ich einige Monate vorher durchschnitten hatte, fast alle Kraft, auf Reize zu reagiren, verloren hatte. Ueber diesen Gegenstand habe ich hernach mit Dr. Sticker neue Versuche angestellt, welche jene Vermuthung vollkommen bestätigt haben. Siehe Sticker in Mueller's *Archiv für Anat. und Physiol. B.* 1. Um die Regeneration der Nerven zu verhüten, und das untere Nervenstück sicherer dem Einflusse der Centraltheile des Nervensystems zu entziehen, wurde den Thieren ein ganzes Stück aus dem N. ischiadicus ausgeschnitten. Obgleich die Versuche nur an mehreren Thieren, nämlich zwei Kaninchen und einem

Hund angestellt worden, so haben sie doch so übereinstimmende Resultate geliefert, dass man auf diese Versuche bauen konnte.

Zwei Monate und drei Wochen nach der Durchschneidung des N. ischiadicus geschah der Versuch an dem ersten Kaninchen. Sobald der Nerve in seinem Verlaufe zwischen dem Musc. biceps und semitendinosus blossgelegt war, zeigte sich wider Erwarten und zu grossem Leidwesen, dass die Continuität der Nerven sich wieder hergestellt hatte. Der Nerve wurde sofort von neuem unterhalb der Narbe durchschnitten (wobei, was merkwürdig ist, zwar nicht die mindesten Zuckungen wahrgenommen wurden, das Thier aber laut aufschrie), und der untere Theil desselben durch Galvanismus in der Form eines einfachen Plattenpaares, dann auch durch Einschneiden und gewaltsame Zerrung auf die verschiedenartigste Weise gereizt; allein es trat keine Spur von Zuckung ein.

Vergleichungsweise wurden darauf die Versuche auf der andern Seite wiederholt. Bei der Durchschneidung des Nerven äusserte das Thier den lebhaftesten Schmerz und es entstanden sehr heftige Zuckungen, und nach der Durchschneidung erregten selbst ganz geringe Irritationen, sey es, dass sie auf den Nerven allein — es ist hier immer der untere Theil des durchschnittenen Nerven gemeint — oder bloss auf die Muskeln angewendet wurden, die kräftigsten Zuckungen, und selbst nach dem Tode boten sich dieselben Erscheinungen noch dar.

Bei dem Hunde waren zwei Monate und vierzehn Tage nach der Durchschneidung des Nerven verflossen; auch hier hatten sich die Enden wieder verbunden. Die Untersuchung geschah ganz auf dieselbe Weise wie bei dem Kaninchen, und ergab auch für den Nerven ganz dasselbe Resultat, d. i. alle Reactionsfähigkeit desselben war erloschen; indessen zeigten die Muskeln immer noch eine leise Spur von Zusammenziehung, wenn man die Reize auf sie selbst applicirte; allein gleich nach dem Tode war auch diese völlig verschwunden, während in dem Unterschenkel der andern Seite noch die kräftigsten Zuckungen hervorgerufen werden konnten.

Fünf Wochen nach Durchschneidung des Nerven wurde das zweite Kaninchen vorgenommen, und nach einem so kurzen Zeitraume musste man auf diese Untersuchung sehr gespannt seyn. Hier fehlte die Zwischensubstanz zwischen den Enden des durchschnittenen Nerven; beide waren etwas angeschwollen und hingen mit dem anliegenden Zellgewebe zusammen. Es war jedoch hier ein Stück von etwa 8 Linien ausgeschnitten worden, während bei den anderen Versuchen dasselbe nur ungefähr 4 Linien betragen hatte. Auf keine Weise, weder auf mechanische, noch chemische — durch Kali causticum — noch auch durch Galvanismus war es möglich, durch die Nerven Zusammenziehung der Muskeln zu erzeugen; eben so wenig gelang es bei diesem sonst sehr lebenskräftigen Kaninchen, auch durch directe Insultation der Muskeln Zuckungen hervorzubringen. Auf der linken Seite ergaben sich, wie diess natürlich, sowohl vor als nach dem Tode die schon oben angeführten Erscheinungen.

Die gegenwärtigen Versuche erweisen jedenfalls, dass die Kräfte der Nerven, die Muskeln zu Bewegungen zu veranlassen, so wie die Reizbarkeit der Muskeln selbst, nach gänzlicher Aufhebung der Communication der Nerven mit den Centraltheilen allmählig verloren gehen. Sie würden indess noch ein entscheidenderes Resultat geliefert haben, wenn man zur Prüfung der Reizbarkeit der Nerven und Muskeln nicht bloss ein einfaches Plattenpaar, sondern eine kleine galvanische Säule angewendet hätte. Nur dadurch hätte sich mit Bestimmtheit unterscheiden lassen, ob alle Kraft in den Muskeln in zweien der Fälle erloschen war. Indessen beweisen die Versuche schon deutlich genug, dass die Reizbarkeit der genannten Theile sich nach unterbrochener Communication der Nerven mit den Centraltheilen nicht erhält. Man kann aus diesen Versuchen auch schliessen, dass, wenn nach Durchschneidung eines Nerven sich hierauf wieder die Reizbarkeit des untern Nervenstücks und der Muskeln hergestellt hat, der Nerve auch mit Herstellung der Leitungskraft in der Narbe vollkommen verheilt war, und dass, wenn die Reizbarkeit sich nicht erhält, auch keine vollkommene Verheilung und Reproduction des Nerven statt gefunden haben kann.

## *III. Capitel.* Von dem wirksamen Princip der Nerven.

(Nach J. Mueller im *Encyclop. Wörterbuch der med. Wissenschaften.*)

Die Alten hatten weder von der Natur noch von den Gesetzen der Wirkung des Nervenprincips bestimmte Vorstellungen. Das wirksame Princip in den Nerven nannten sie Nervengeister; sie liessen sie von dem Gehirn ausgehen und die anatomische Verbreitung verfolgend, die organisirten Theile beseelen. Nachdem man die Wirkungen und Leitungsgesetze der Electricität durch Reibung näher untersucht, fanden sich viele Aerzte in ihren Vorstellungen von der Action der Nerven durch Vergleichung der Nerven mit electrischen Apparaten erleichtert. Aber erst durch die Entdeckung des Galvanismus ist man auf eine exacte Untersuchung dieser und ähnlicher Hypothesen geführt worden.

Nach der Entdeckung des Galvanismus waren viele Naturforscher geneigt, die Ursache der galvanischen Erscheinungen in einer bisher unbekannten thierischen Kraft zu suchen, wie z. B. Aldini, Galvani, von Humboldt, Fowler und Andere. Pfaff, Volta, A. Monro dagegen erklärten sich für eine von der Mitwirkung der thierischen Organe ganz unabhängige, nur durch die Wechselwirkung der Metalle und Feuchtigkeit erregte Electricität. Volta aber bewies die electrische Natur des hierbei wirkenden Agens zur Evidenz, und als endlich die galvanischen Erscheinungen an anderen Körpern ausser Mitwirkung thierischer Theile bekannt wurden, war an der Richtigkeit der Volta'schen Ansicht kein Zweifel mehr. Auch A. Monro war schon frühe durch seine Versuche zu der richtigen Ansicht gekommen,

dass das galvanische Fluidum, welches die Nerven erregt, electrisch sey, dass dasselbe von der Nervenkraft ganz verschieden sey, und dass es als ein blosser Reiz für die Nervenkraft wirke, so dass die Nervenkraft die Zuckungen hervorbringe. (A. Monro's und R. Fowler's *Abhandlungen über thierische Electricität. Lpzg.* 1796.) A. v. Humboldt hatte aus mehreren Versuchen den Schluss gezogen, dass die Nerven eine sensible Atmosphäre um sich besitzen, weil nämlich das galvanische Agens den Zwischenraum zweier durch einen Schnitt getrennter Nervenstücke, die sich nicht berühren, überspringt. Jetzt weiss man, dass dieser Zwischenraum bloss durch einen Leiter von Wasserdampf ausgefüllt wird, und was man damals für die sensible Atmosphäre der Nerven halten konnte, kann heutzutage nur als Leitungsfähigkeit der Electricität vermittelst gasförmiger Ausdünstungen betrachtet werden. Gerade hier zeigen sich Electricität und Nervenkraft als durchaus verschieden; denn die Nervenkraft wirkt durch einen unterbundenen oder durchschnittenen Nervenast nicht mehr hindurch, wohl aber sind durchschnittene oder unterbundene Nerven, wenn die Stelle zwischen zwei Armaturen liegt, der Leitung des electrischen Fluidums so gut fähig, wie vorher.

So gewiss es nun ist, dass der Galvanismus nicht thierische Electricität ist, so haben doch manche Aerzte und selbst grosse Physiker nicht aufgehört, an eine gewisse Aehnlichkeit der Electricität und Nervenkraft zu glauben, die sich bei näherer Untersuchung als die grösste Verschiedenheit zeigt. Unter andern haben einige Versuche von Ure und Wilson Missverständnisse erzeugt. Ure machte galvanische Versuche an dem Körper eines Gehenkten eine Stunde nach dem Tode. Die Medulla oblongata wurde blossgelegt und ein metallischer Leiter damit in Berührung gesetzt, während ein anderer Leiter mit dem N. ischiadicus in Berührung gebracht wurde. Diese Leiter wurden mit einer Säule von 270 Plattenpaaren verbunden, worauf alle Muskeln des Rumpfes wie bei einem heftigen Schauder in Bewegung geriethen. Als die Kette zwischen dem N. phrenicus und dem Zwerchfell geschlossen wurde, zog sich das Zwerchfell bei jeder Schliessung zusammen, und als man mit dem Leiter auf dem Polstück hin und her strich, entstanden eine Menge Stösse, wie bei einem schweren Athmen; durch die Zusammenziehung des Zwerchfells und die Remission in dieser Bewegung hob und senkte sich der Bauch abwechselnd, wie wenn das Leben zurückkehrte. Als nun ferner die Gesichtsmuskeln in den Kreis der Kette gezogen wurden, entstanden fast leidenschaftlich aussehende und schaudererregende Bewegungen der Gesichtsmuskeln. Diese Versuche haben nichts Ausgezeichnetes vor dem gewöhnlichsten galvanischen Experiment, ausser dass sie an einem Menschen gemacht wurden; da die Ursache der bewegten Gesichtszüge die Zusammenziehung der Gesichtsmuskeln ist, so muss die künstliche Erregung dieser Muskeln, die man eben so gut durch mechanische Reizung ihrer Nerven in Bewegung setzen kann, eine Art von Grimassen hervorbringen. Eben so wenig ist das scheinbare Athmen bei periodischer Schliessung der Kette, wenn der

40 *

Zwerchfellnerve in der Kette liegt, auffallend. Man hat ferner viel zu grossen Werth auf Wilson Philip's Versuche gelegt. Dieser hat behauptet, ein durch die Enden des durchschnittenen N. vagus zum Magen eines lebenden Säugethiers geleiteter galvanischer Strom könne auf ähnliche Weise die Verdauung befördern, als die Magennerven selbst. Wenn diess richtig wäre, so wäre es kein Beweis für die Aehnlichkeit des Nervenprincips und der Electricität; denn das vom Gehirn abgewendete Stück eines durchschnittenen Nerven behält noch einige Zeit die Fähigkeit, auf Reizung in einigem Grade seine gewöhnlichen Functionen auszuüben. Ferner haben Wiederholungen der Versuche von Philip nicht durchaus dasselbe Resultat gehabt. Nach Breschet und Milne Edwards wird die Verdauung nach der Durchschneidung des N. vagus allerdings etwas unterstützt durch einen durch den durchschnittenen Nerven geleiteten galvanischen Strom, aber nur in sofern, als dadurch die Bewegung des Magens erregt wird. Daher hat nach Breschet und Edwards auch eine jede mechanische Reizung des untern Endes des durchschnittenen N. vagus denselben Nutzen als der galvanische Strom. *Arch. gén. de Méd. Fevr.* 1825.) Wir halten indess auch diese Erklärung für unrichtig und für eine Täuschung, da man weder durch mechanische Reizung des N. vagus, noch durch die blosse Armatur desselben, wenn nicht der Magen mit in die Kette gezogen wird, Bewegung des Magens hervorrufen kann, und da die Bewegung des Magens überhaupt die Verdauung nicht bewirken kann. Die Versuche von Wilson sind aber ganz unrichtig; wir haben sie mit Dr. Dieckhoff an einer ganzen Reihe von Thieren wiederholt und gar keinen Unterschied bei Thieren mit durchschnittenem Vagus, mit und ohne Anwendung der Electricität, bemerkt. Siehe das Weitere oben p. 532.

Wenn in den Nerven Electricität wirkte, so könnte sie, da das Neurilem feucht ist und die umliegenden Theile auch feucht sind, nicht auf die Nerven beschränkt bleiben. Man hat auch hypothetisch eine isolirende Eigenschaft der Nerven angenommen. Fechner vergleicht die Nervenfäden mit von Seide übersponnenen Leitungsdrähten. (Biot *Experimental-Physik. Bd. III.*) Allein eben das Neurilem ist ein vortrefflicher Leiter des Galvanismus, und die Nerven sind, wie später gezeigt werden wird, nicht einmal bessere Leiter der Electricität als andere nasse thierische Theile; denn der galvanische Strom folgt nicht nothwendig der Verzweigung der Nerven, sondern nur das Nervenprincip folgt dieser Verzweigung. Der galvanische Strom springt aber eben so leicht auf nahe thierische Theile über, wenn diese ihm einen kürzern Weg von Nerven zum andern Pol darbieten. Auch lässt sich die Leitung des Nervenprincips durch eine Ligatur in dem Nerven aufheben, welche für den galvanischen Strom ein trefflicher Leiter bleibt.

Man erkennt die Electricität an den Körpern, welche sie isoliren und welche sie leiten; diess sind die einzigen und sicheren Merkmale derselben. Gerade in dieser Hinsicht zeigt sich das Nervenprincip verschieden, und es kann daher keine Electri-

cität seyn. Es lassen sich aber auch noch andere Beweise aus den schon berührten Eigenschaften der Nervenkraft aufführen:

1) Wenn man einen Nerven mit beiden Polen armirt, oder einen galvanischen Strom durch die Dicke des Nerven gehen lässt, so zuckt sein Muskel, nicht weil der Galvanismus bis zum Muskel wirkt, sondern weil durch den queren Strom durch die Dicke des Nerven die motorische Kraft des Nerven erregt wird, welche nur nach der Richtung der Verzweigung wirkt, gerade so, wie wenn man durch Brennen, mechanische Zerrung oder durch Kali causticum auf den Nerven wirkt und dadurch Zukkung erregt.

2) Wenn man aber nicht den Nerven selbst durch beide Pole, sondern mit dem einen Pol den Muskel, mit dem andern den Nerven armirt, so entsteht nicht bloss ein galvanischer Strom durch die Dicke des Nerven, sondern zwischen beiden Polen von dem Nerven bis zum Muskel, und es ist gerade so gut, als wenn der Muskel selbst galvanisirt würde. In diesem Falle reizt man die Nervenkraft in jedem Punkte des Nerven bis zum Muskel.

3) Daher entstehen auch keine Zuckungen, wenn ein gequetschter oder unterbundener Nerve über der gequetschten oder unterbundenen Stelle mit beiden Polen armirt wird. Hier geht zwar der Galvanismus durch die Dicke des Nerven, wie im ersten Fall, aber die Nervenkraft wirkt nicht mehr durch die gequetschte oder unterbundene Stelle hindurch.

4) Dennoch ist der gequetschte und unterbundene Nerve vollkommen leitungsfähig für den Galvanismus, und sobald nur die Armaturen über und unter der verletzten Stelle angebracht werden, geht der galvanische Strom durch diese Stelle hindurch und es erfolgt eine Zuckung, weil der noch gesunde Nerve zwischen Muskel und der verletzten Stelle erregt wird.

5) Die Nerven bleiben auch im gänzlich mortificirten Zustande, wie alle nassen thierischen Theile, Leiter des Galvanismus, während sie die Fähigkeit, Contractionen der Muskeln zu verursachen, verloren haben.

6) Endlich zeigen meine eigenen und Sticker's Versuche, dass, wenn der lebendige Einfluss der Nerven auf die Muskeln lange Zeit aufgehoben ist, der galvanische Reiz der einfachen Kette selbst nicht mehr auf die Muskeln wirkt und keine Zukkungen mehr in ihnen erregt, wie wir bei Säugethieren gesehen haben, denen mehrere Monate vorher die Nerven so durchschnitten waren, dass sie nicht vollständig an einander heilen konnten. (Sticker in *Müller's Acchiv für Anat. u. Physiol.* 1834.)

Durch die Entdeckung des Electro-Magnetismus hat man die feinsten galvanometrischen Instrumente kennen gelernt. Vavasseur und Beraudi (*Annali universali di medina. Maggio* 1829. Froriep's *Not. Nr.* 538.) wollen die Beobachtung gemacht haben, dass Nadeln, welche man in die Nerven eines lebenden Thieres sticht, magnetisch werden und Eisenfeile anziehen. Nach Durchschneidung des Rückenmarks sollte sich die magnetische Kraft der in die Nerven eingestochenen Nadeln nicht entwickeln, wohl aber nach Einathmen von Sauerstoffgas. Die Sehnerven sollen

die eingestochenen Nadeln nicht magnetisch machen, auch nicht nach dem Einathmen von Sauerstoffgas. Nach Durchschneidung und Unterbindung der Nerven sollen die eingestochenen Nadeln auch nicht magnetisch werden; jedoch soll sich bei einer Entfernung von 4 Linien zwischen den Stücken des durchschnittenen Nerven eine schwache Wirkung auf die Nadeln gezeigt haben. Diese Versuche verdienen das grösste Misstrauen, wie alle Versuche, bei welchen Modificationen eines Phänomens aufgezeichnet werden, ohne dass das Phänomen selbst gehörig constatirt ist. Ich habe es mich nicht verdriessen lassen, diese Versuche an einem Kaninchen zu wiederholen, und habe auch nicht eine Spur von magnetischer Eigenschaft an den eingestochenen Nadeln bemerken können.

David machte in einer Inauguralthese, Paris 1830, Versuche bekannt, nach welchen Leitungsdrähte, in einen entblössten Nerven eingestochen, auf das Galvanometer wirken sollen, nämlich in dem Moment, wenn sich das Thier gerade bewege. Werde die Nadel in einen von dem Rückenmark abgeschnittenen Nerven eingestochen, so zeige das Galvanometer, wenn die Conductoren mit der Nadel in Verbindung gebracht werden, keine Bewegung, während in allen mit dem Nervencentrum zusammenhängenden Nerven der Versuch gelinge. Diese Versuche sind mir nicht gelungen, und ich halte sie im besten Fall für blosse Täuschung. Eben so wenig hat Person mit einem sehr empfindlichen Galvanometer Electricität in den Nerven entdecken können. Prevost und Dumas (*Journal de Physiol. Tom. III.*) haben eine Theorie der Muskelbewegung aus electrischen Ursachen aufgestellt. Die Erklärung, welche sie von der Zusammenziehung der Muskeln geben, gründet sich auf die Voraussetzung, dass die quer über die Muskelbündel verlaufenden Nervenfasern sich anziehen und dadurch die Muskelbündel verkürzen — eine Hypothese, welche dadurch sehr unwahrscheinlich wird, dass die unzähligen Muskelfasern dabei als ganz gleichgültig angenommen werden. Dass die Electricität die gegenseitige Anziehung der Nerven in den Muskeln bewirken soll, ist eine zweite Hypothese. Um electrische Strömungen in den Nerven durch das Galvanometer nachzuweisen, ist es nicht zulässig, dass man die Drähte des Galvanometers auf Nerven und Muskeln zugleich anwende; denn da eine Kette von heterogenen thierischen Substanzen, wie Nerv und Muskel, und von Metall schon Electricität erzeugt, so würde man bei jenem Versuch mit dem Galvanometer nicht die in dem Nerven wirkende, sondern die durch die Kette erst erzeugte Electricität prüfen. Damit man also bei Verbindung des Galvanometer mit Nerv und Muskel nicht erst Electricität erzeuge, muss man die Leitungsdrähte des Galvanometers auf einen Nerven allein anwenden und beobachten, ob ein Nerv, der mit dem Gehirn in Verbindung steht, bei den willkührlichen Bewegungen Schwankungen der Magnetnadel bewirke, dann könnte man überzeugt seyn, dass die vom Gehirn aus erfolgende Innervation eine electrische Strömung sey. Allein Prevost und Dumas gestehen hier, dass man unter diesen Umständen nie eine Ablenkung der

Nadel beobachte. Die Verfasser haben bei gesunden Thieren den N. vagus, und den Plexus ischiadicus bei einem Thier in tetanischem Zustand galvanometrisch untersucht, allein sie haben weder beim Verbinden der Drähte mit verschiedenen Theilen des unverletzten Nerven, noch beim Verbinden mit beiden Stükken eines durchschnittenen Nerven eine Spur von Electricität durch Schwankung der Nadel des Galvanometers beobachtet. Eben so wenig zeigte eine, an einem Seidenwurm-Spinnfaden aufgehängte Nadel eine Spur von Declination, wenn man sie in die Nähe des in Action begriffenen Muskels und Nervens brachte; dass diess sich so verhält, kann ich nach meinen eigenen Versuchen bestätigen. Um diese Unempfindlichkeit des Galvanometers gegen die Nerven zu erklären, und diesen Haupteinwurf gegen ihre Hypothese zu beseitigen, nehmen Prevost und Dumas wieder eine Hypothese an, nämlich dass der galvanische Strom in den Nerven doppelt sey, dass sich beide Ströme neutralisiren, so dass alle Wirkung auf die Magnetnadel aufgehoben werde. Prevost und Dumas vergleichen diese beiden hypothetischen Ströme mit den electrischen Strömen, welche in entgegengesetzter Richtung die Arme des Galvanometers durchlaufen, und sich im Multiplicator des Galvanometers oder in den Windungen der Leitungsdrähte begegnen. Die Magnetnadel soll hierbei dem Muskel gleichen, welcher eben so wie die Magnetnadel die Wirkung der entgegengesetzten Ströme erfährt. Allein bei den Wirkungen der entgegengesetzten Ströme reagirt das Galvanometer; warum reagirt es nicht bei den hypothetisch vorausgesetzten doppelten Strömungen in den Nerven? Ein merkwürdiger Versuch ist derjenige dieser berühmten Gelehrten, die mechanische, chemische, caustische Reizung der Nerven auf eine electrische zurückzuführen. Da nun gerade ein Hauptbeweis gegen das electrische Agens in den Nerven in dem Umstand liegt, dass alle Reize, nicht bloss electrische, auf die Nerven wirken, so müssen wir diesem Theil der Arbeit jener Gelehrten eine besondere Aufmerksamkeit widmen. Prevost und Dumas wollen zeigen, dass das Feuer, indem es, auf die Nerven wirkend, Zuckungen erregt, diess durch Electricität thue. Sie bringen zwei gleiche Platindrähte an die Enden der Conductoren des Galvanometers, und stecken den einen der Platindrähte in die Muskeln des Frosches, mit dem andern, welcher rothglühend gemacht worden, berühren sie die Nerven; es entstehen Zuckungen, aber auch eine Ablenkung der Nadel des Galvanometers. Der Versuch beweist durchaus nicht, was er soll; denn homogene Metallstücke, wovon das eine erhitzt ist, erzeugen für sich schon, so wie heterogene Metalle, Electricität, es müssen also Zuckungen und zugleich eine Abweichung der Magnetnadel stattfinden.

Die Verfasser wollen ferner zeigen, dass chemische Reize, welche auf die Nerven wirken, diess durch Electricitätsentwickelung thun. Sie bringen an dem einen der Drähte des Galvanometers ein mit salzsaurem Antimon oder mit Salpetersäure befeuchtetes Stück Platina an, und befestigen an den andern Draht ein Fragment von Nerve, oder Muskel, oder Gehirn. Bei jeder

Schliessung der Kette lenkt die Nadel ab; diess beweist noch weniger; denn hier sind die allgemeinen Bedingungen der Electricitätserregung durch Heterogenität vorhanden. Von derselben Art ist der folgende Versuch: sie befestigen an beide Conductoren des Galvanometers gleiche Platten von Platina, an eine derselben ein Stück frisches Muskelfleisch von einigen Unzen von einem lebenden Thiere, und tauchen beide Conductoren in Blut oder in eine leichte Salzlösung, worauf eine Ablenkung der Nadel erfolgt.

Den Versuch, die mechanische Reizung auf die electrische zurückzuführen, geben die Verfasser selbst auf; um so auffallender ist es, dass Edwards (Froriep's *Not. No.* 266.) die leiseste Berührung der Nerven als Electricitätsentwickelung ansehen will. Edwards strich die Nerven eines Frosches sanft mit Metall, Horn, Glas, Elfenbein. Es entstanden Zuckungen; diese waren stark, wenn ein isolirender Körper unter dem Frosche lag, wie Wachstaffet; schwach, oder fehlten ganz, wenn ein leitender Körper — wie Muskelfleisch — unter lag. Ich würde mir vergebliche Mühe geben, diess zu erklären; die Erklärung davon ist, dass das Factum nicht richtig ist. Die Unterlage hat durchaus keinen Einfluss auf die Stärke der Muskelaction bei mechanischer Reizung.

Die neuesten Versuche mit Anwendung des Galvanometers sind die von Person. (*Sur l'hypothèse des courans electrics dans les nerfs. Journal de Physiol. Tom. X.* 1830.) Alle Versuche von Person, mit einem äusserst empfindlichen Galvanometer electrische Strömungen in den Nerven zu entdecken, waren, eben so wie bei Prevost und Dumas, vergeblich. Person brachte bei Kaninchen und jungen Katzen die Conductoren des Galvanometers in Verbindung mit dem vordern und hintern Theile des Rückenmarks; er brachte sie ins Innere mehrerer dicker Nerven. Er wiederholte diese Versuche, nachdem er in den Unterleib Tinctura nucis vomicae eingespritzt, um die dadurch entstehenden Zuckungen galvanometrisch zu beobachten. Aehnliche Versuche wurden bei Aalen und Fröschen gemacht; nie hat Person eine sichere Spur von Electricität entdeckt. Der Verfasser erzählt hierbei eine Beobachtung, welche beweist, wie viel Misstrauen man gegen zufällige Umstände bei solcher Art der Untersuchungen hegen muss. Eines Tages brachte Person einen Tropfen Wasser auf Zink, um sich zu überzeugen, dass das Galvanometer empfindlich sey, er berührte nun mit den Armen des Galvanometers das Wasser und das Zink, und beobachtete Diviationen der Magnetnadel; darauf brachte er bei einem jungen Hunde die Platindrähte des Galvanometers in Contact mit dem Rückenmark, und sah auch eine Diviation von 30 bis 40 Centimetern; allein diese Abweichung kehrte sich um, als der Contact umgekehrt statt fand, was den Verdacht einer electrochemischen Action an einem der Drähte erregte. Diess war auch der Fall, denn als Person die Drähte in Blut brachte, oder in Wasser, indem er mit einem der Drähte Zink berührte, entstand ein galvanischer Strom, bis das Stückchen Zink oxydirt war. Man könnte den Beobachtungen mit dem Galvanometer den Vorwurf

machen, dass diess Instrument nur andauernde Strömungen anzeige, die Muskelcontractionen dagegen abwechselnde Zusammenziehungen seyen. In der That, wenn Person einen der Drähte des Galvanometers mit dem Conductor einer electrischen Maschine, den andern mit dem Boden in Verbindung brachte, entstand eine regelmässige Ablenkung (à chaque tour du plateau), nicht aber, wenn der Strom in eine Reihe von Funken verwandelt wurde. Hiernach wiederholte Person mehrere seiner Beobachtungen mit einem Instrument, welches für successive Strömungen (courans instantanés) empfindlich war; allein Person konnte auch mit diesem Instrument bei Muskelcontractionen keine Ablenkung entdecken.

Endlich bemerkt Person, dass, um Muskelcontractionen zu erzeugen, es gar nicht nöthig sey, dass ein galvanischer Strom die ganze Länge der Nerven durchlaufe. Derselbe Erfolg tritt ein, so klein auch die Stelle am Nerven ist, durch welche der Strom von einem zum andern Pol geht. Wenn man einen Nerven zerrt, quetscht, brennt, so zuckt sein Muskel; eine Ligatur unter der Stelle hebt alle Wirkung auf. Es ist gerade so, wenn man einen Nerven mit beiden Polen armirt und den Strom durch die Dicke des Nerven gehen lässt. Man nimmt hier zwar an, dass der galvanische Strom eine Ablenkung nach der ganzen Länge des Nerven erleide, weil die Nerven so vorzügliche Leiter der Electricität seyn sollen. Indessen zeigt Person sehr gut, was ich selbst auch sehr oft beobachtet habe, dass die Nerven nicht besser das galvanische Fluidum leiten als die Muskeln und andere nasse thierische Theile; dass ihre Leitungskraft sich nicht ändert, wenn man sie mechanisch zerstört, und dass das Neurilem unfähig ist, die galvanischen Ströme zu isoliren. In der That geht ein galvanischer Strom, der in einen Nerven geleitet wird, sogleich in Muskeln und fibröse Theile über, sobald diese ihm einen kürzern Weg darbieten. Man muss hieraus mit Person, so wie aus dem ganzen Gang der bisherigen Verhandlung, schliessen, dass ein Bewegungsnerve während des Lebens und der Dauer seiner Reizbarkeit in einem solchen Zustande ist, dass alles, was plötzlich den relativen Zustand seiner Moleküle verändert, eine Contraction des Muskels am entfernten Ende erregt, und dass electrische, chemische und mechanische Reize hierbei sich gleich verhalten.

Die mit dem Galvanometer angestellten Versuche zur Prüfung der Electricität der Nerven, so gewiss sie keinen Beweis für die Electricität derselben liefern, können eben so wenig streng beweisen, dass keine Electricität in den Nerven entwickelt werde; denn diese Instrumente sind zu unvollkommen. Sie wirken meist nicht mehr, wenn wirkliche Electricität durch ein Metallplattenpaar entwickelt wird, sobald einer der Conductoren des Galvanometers nicht das Metall selbst berührt, sondern nur durch Vermittelung eines Wassertropfens oder Stückchen Muskelfleisches damit in Verbindung steht. Hieraus sieht man deutlich genug, dass, wenn auch Electricität in den Nerven wirkte, sie durch das Galvanometer nicht leicht angezeigt würde. Dagegen ist der Nerve

eines Froschschenkels ein viel feineres Electrometer, welches indess keine Wirkung zeigt, wenn der Nerve eines abgeschnittenen Froschschenkels mit einem andern gereizten Nerven in Contact steht.

Einige haben sich bei der Hypothese von der Wirkung der Electricität in den Nerven auf die electrischen Fische gestützt, aber gerade die Existenz dieser einer galvanischen Säule ähnlich gebauten Organe, welche bei Torpedo aus Säulchen von über einander geschichteten dünnen Platten und einer dazwischen befindlichen verschiedenen Materie bestehen, ist der Hypothese von der Electricität in den Nerven durchaus nicht günstig. Denn nur da findet bei Thieren eine electrische Wirkung statt, wo besondere Organe dafür vorhanden sind; wäre aber Electricität das Agens der Nerven, so brauchte es bei den Fischen keiner besondern thierisch-galvanischen Apparate, sondern blosser Conductoren. Man erzählt zwar häufig wieder, dass Cotugno beim Seciren einer lebendigen Maus, als der Schwanz der Maus gegen seine Hand schlug, einen heftigen Stoss empfand; diess gehört aber nicht hierher. Denn wenn man Thiere, wie Mäuse, Frösche, Spinnen, gegen welche man eine Aversion leicht hat, schon mit einiger Aufregung in den Händen hält, so können durch eine leichte Veranlassung, durch Erschrecken, auch Nervensymptome entstehen; diess hat nichts mit einer electrischen Nervenwirkung gemein. Die Empfindung eines Schlags wie bei Anwendung der Electricität ist ein Phänomen, welches in den Nerven auch bei jeder heftigen Reizung entsteht, z. B. wenn man erschrickt, oder wenn man den N. ulnaris zerrt. Der Schlag von der Electricität ist auch kein electrischer Schlag, sondern eine Empfindung durch Electricität veranlasst, wie sie auch durch mechanische Einwirkung verursacht werden kann. Kastner berichtet, dass er beim Schreiben öfter kleine Stösse in den Fingern empfinde. Vor Jahren, als ich von einer nervösen Reizbarkeit befallen war, hatte ich diess Symptom sehr oft, sobald ich die Hand und die Finger zu sehr anstrengte.

Fasst man nun alles bisher Verhandelte zusammen, so ergiebt sich als Resultat:

1) Dass in den Nerven bei den Lebensactionen keine electrischen Strömungen stattfinden. 2) Dass die electrische Kraft von der Innervation ganz verschieden ist. 3) Electrische Strömung in den Nerven ist also eben sowohl ein symbolischer Ausdruck, als wenn man die Wirkung der Nervenkraft mit dem Lichte, dem Magnetismus vergleicht. Ueber die Natur des Nervenprincips ist man eben so ungewiss, wie über das Licht und die Electricität; die Eigenschaften des Nervenprincips kennt fast man eben so gut, wie die Eigenschaften des Lichtes und anderer imponderabler Agentien. So verschieden diese Kräfte sind, so wiederholt sich doch hier die Frage, ob ihre Wirkungen durch ortsverändernde Strömungen einer imponderablen Materie entstehen, oder ob sie durch mechanischen Impuls, nämlich durch Undulationen eines Fluidums, wie nach der Undulationstheorie bei dem Licht angenommen wird, erfolgen; welche Annahme in

Hinsicht des Nervenprincips hier die richtige sey, ist vor der Hand für das Studium der Mechanik des Nervensystems gleichgültig, gleichwie die Gesetze der Mechanik des Lichtes durch die Annahme der einen oder der andern dieser Theorien nicht abgeändert werden können.

---

## *II. Abschnitt.* Von den Empfindungsnerven, Bewegungsnerven und organischen Nerven.

### *I. Capitel.* Von den sensitiven und motorischen Wurzeln der Rückenmarksnerven.

(Nach J. Mueller, Froriep's *Not. No.* 646. 647. *Annales des sciences naturelles.* 1831.)

Die Thatsache, dass dieselben Nerven am Rumpfe der Empfindung und der Bewegung zugleich vorstehen, und dass die eine dieser Functionen in einem Nerven zuweilen durch Lähmung aufgehoben wird, während die andere fortdauert, ist eines der wichtigsten Probleme der Physiologie. Charles Bell hatte zuerst den ingeniösen Gedanken, dass die hinteren, mit einem Ganglion versehenen Wurzeln der Spinalnerven der Empfindung allein, die vorderen Wurzeln der Bewegung vorstehen, und dass die Primitivfäden dieser Wurzeln nach der Vereinigung zu einem Nervenstamm für das Bedürfniss der Haut und der Muskeln gemischt werden. Diese Idee hatte er in einer nur für den Kreis seiner Freunde bestimmten Abhandlung, *an idea of a new anatomy of the brain submitted for the observation of the authors friends*, 1811 entwickelt. Eilf Jahre später trat Herr Magendie mit derselben Theorie auf; ihm konnte Bell's Entdeckung nicht unbekannt geblieben seyn, da Shaw im Jahre 1821 in Paris in Beziehung auf Bell's Ansichten über die Gesichtsnerven mit Herrn Magendie Versuche anstellte. Allein Herr Magendie hat das Verdienst, diesen Gegenstand hinsichts der Rückenmarksnerven in die Experimentalphysiologie eingeführt zu haben. Magendie behauptete aus seinen Versuchen, dass nach Durchschneidung der hinteren Wurzeln nur die Empfindung, nach Durchschneidung der vorderen Wurzeln die Bewegung in den entsprechenden Theilen aufhöre. Magendie's Resultate waren nur approximativ. Nach ihm sollten die hinteren Stränge des Rückenmarks und die hinteren Wurzeln der Rückenmarksnerven vorzugsweise der Empfindung, die vorderen vorzugsweise der Bewegung vorstehen, obgleich nicht ganz ohne Empfindung seyn. So fand er auch, dass die Application des Galvanismus auf die vom Rückenmark abgeschnittenen hinteren Wurzeln der Rückenmarksnerven auch noch, aber nur schwache, Contractionen der Muskeln errege, während dieser Reiz auf die vorderen Wurzeln angewandt, heftige Zu-

sammenziehungen bewirke. *J. de physiol.* 2. 276. Vergl. Desmoulins et Magendie *Anatomie et physiologie des systèmes nerveux. Paris,* 1825. *p.* 777. Diese Versuche sind bei höheren Thieren die grausamsten, welche man erdenken kann. Die ungeheure Verwundung zur Eröffnung des Rückgraths in einer so grossen Strecke, um die Wurzeln aller Nerven, die zu den hinteren Extremitäten gehen, zu durchschneiden, ist an sich schon schnell lebensgefährlich, mit enormer Blutung verbunden, und der Tod des Thieres erfolgt unausbleiblich in kurzer Zeit, ehe man zu überzeugenden Resultaten gelangt ist. Ein wie grosses Erstaunen daher auch Bell's Theorem wiederum in den Versuchen von Magendie billig erregte, so blieb doch die gehörige Bestätigung dieser Versuche aus. Nur Béclard hat, aber auf eine zu oberflächliche und ungenügende Art, diese wichtige Frage bejahend entschieden, indem er sagt: *Les expériences de Mr.* Ch. Bell, *celles de Mr.* Magendie *et les miennes propres ont clairement démontré, que la racine postérieure des nerfs spinaux est sensoriale et la racine antérieure motrice. Elém. d'anat. géner. Paris* 1823. *p.* 668. Fodéra's Versuche waren mit so widersprechenden Symptomen begleitet, dass es unbegreiflich ist, wie er seine Versuche für eine Bestätigung von Magendie's Beobachtungen ausgeben konnte. Bellingeri erhielt ganz verschiedene Resultate, und schloss aus seinen Versuchen, dass die innere graue Substanz des Rückenmarks der Empfindung, die weisse faserige der Bewegung vorstehe, dass die vorderen Stränge des Rückenmarks und die vorderen Wurzeln der Flexion, die hinteren der Extension der Muskeln bestimmt seyen. In Deutschland sind diese Versuche mit Sorgfalt an vielen Thieren von Schoeps wiederholt worden. S. Meckel's *Archiv für Anat. und Physiol.* 1827. Allein die Resultate sind ganz zweifelhaft und schwankend ausgefallen. Auch ich hatte schon im Jahre 1824 diesen Versuch ohne Resultat bei meinem Aufenthalt zu Berlin vorgenommen. Neuerdings beschäftigt mit Untersuchungen über das Nervensystem, trieb mich die Begierde nach Wahrheit an, eine Reihe neuer Versuche nach einem veränderten Plane an Kaninchen anzustellen. Denn dass die bisherige Art der Versuche trügerisch ist, beweist der Umstand, dass viele Thiere, vorzüglich Kaninchen, durch die ersten Handgriffe des Experiments erschreckt und eingeschüchtert, ohne dass man bedeutende Verletzungen irgend einer Art vorgenommen hat, selbst bei den heftigsten Hautreizen, nicht einmal beim Zerquetschen und Zerschneiden der Haut irgend eine Schmerzensäusserung von sich geben. Wie kann man daher in der kurzen Zeit, wo ein Thier nach der Oeffnung des Rückgraths noch lebt, zuverlässig entscheiden, ob das Thier noch Empfindung hat oder nicht?

Ich wusste, dass die geringste Zerrung eines angespannten Muskelnerven mit einer Nadel Zuckungen in den entsprechenden Muskeln erregt. Sind nun die hinteren Wurzeln der Spinalnerven bloss empfindend und nicht bewegend, so müssen sie beim Zerren mit der Nadel keine Zuckungen, die vorderen Wurzeln aber beim Zerren wirkliches Zucken bewirken; um die kleinsten

Zuckungen zu bemerken, legte ich die Muskeln der hinteren Extremitäten bloss. Diese mehrfach wiederholten Experimente blieben, wenn man gewissenhaft seyn wollte, ohne Resultat, weil durch die mit der Oeffnung des Rückgraths verbundenen Erschütterungen schon kleine Erzitterungen in den Muskeln eingetreten waren, welche alles fernere Experimentiren unzuverlässig machten. Nach so vielen vergeblichen Bemühungen, um das absolute Resultat zu erhalten, von welchem Herr Magendie spricht, fing ich an zu zweifeln. Ich verzweifelte an einem entscheidenden und zuverlässigen Resultat aller solcher Versuche. Haben doch Desmoulins und Magendie selbst nur gesagt, dass in dem einem Fall *fast alle Empfindung*, in dem andern Fall *fast alle Bewegung* aufhöre. In einem absoluten Resultate kann von einem halben Erfolge, von keinem *fast* keine Rede seyn. Ich sagte zu mir selbst: Das Theorem von Bell ist überaus ingeniös, allein es ist nicht bewiesen, Magendie hat es auch nicht genügend bewiesen, und es kann vielleicht bei höheren Thieren nie genügend bewiesen werden. Dieser Meinung, dass der gehörige Beweis fehle, war auch E. H. Weber (erster Band seiner vortrefflichen Ausgabe von Hildebrandt's *Anatomie. Braunschweig* 1830. S. 283.). Zu einem guten physiologischen Experiment gehört, dass es gleich einem guten physicalischen Versuche an jedem Ort, zu jeder Zeit, unter denselben Bedingungen dieselben sicheren und unzweideutigen Phänomene darbiete, dass es sich immer bestätige. Diess kann man von den bisherigen Versuchen zum Beweiss des Bell'schen Lehrsatzes nicht sagen. Denn die Verletzung, die Entkräftung ist so gross, dass die Wahrscheinlichkeit des Irrthums grösser ist als die Wahrscheinlichkeit des Resultats. Ein Fehler, an dem so viele physiologische Experimente leiden.

Sollten aber nicht Experimente für oder gegen den Bell'schen Lehrsatz gefunden werden können, welche eben so zuverlässig sind, als die physiologischen Experimente von Haller, Fontana, Galvani, A. v. Humboldt?

Ich kam endlich auf den glücklichen Gedanken, Frösche zu den fraglichen Versuchen nach meiner eben erwähnten Methode anzuwenden, Thiere, welche ein sehr zähes Leben haben, die Oeffnung des Rückgraths lange überleben, deren Nerven die längste Zeit sensibel bleiben, und bei denen die dicken Wurzeln der Nerven für die hinteren Extremitäten eine sehr grosse Strecke im Kanale des Rückgraths getrennt verlaufen, ehe sie sich vereinigen. Diese Versuche sind mit dem glänzendsten Erfolge gekrönt worden; sie sind so leicht, so sicher, so entscheidend, dass sich jeder nunmehr schnell von einer der allerwichtigsten Wahrheiten der Physiologie überzeugen kann. Die Phänomene sind so constant und überraschend, dass diese Versuche an Einfachheit und Gewissheit des Erfolgs dem besten physicalischen Experimentum crucis an die Seite treten dürfen.

Zur Oeffnung des Rückgraths bediene ich mich einer an der Seite und an der Spitze scharf schneidenden Knochenzange. Diese Operation ist in einigen Minuten ohne alle Verletzung des

Rückenmarks vollbracht. Die Frösche sind darauf ganz munter und hüpfen wie vorher herum. Man sieht nach Oeffnung des Rückgraths und der Häute sogleich die dicken hinteren Wurzeln der Nerven für die unteren Extremitäten. Man hebe die Wurzeln vorsichtig mit einer Staarnadel auf, ohne etwas von den vorderen Wurzeln mit zu fassen, und schneide sie an der Insertion am Rückenmarke ab. Nun fasst man das abgeschnittene Ende mit der Pincette und zerrt die Wurzel selbst wiederholt mit der Spitze der Staarnadel. Man wird sich bei jedem Versuch dieser Art, auch wenn man ihn unzähligemal an einer Menge von Fröschen wiederholt, überzeugen, dass *auf die mechanische Reizung der hinteren Wurzeln niemals auch nur die entfernteste Spur einer Zuckung in den hinteren Extremitäten erfolgt.* Dasselbe kann man an den sehr dicken hinteren Wurzeln der Nerven für die vorderen Extremitäten mit demselben Erfolg wiederholen.

Nun hebe man eine der vorderen eben so dicken Wurzeln der Nerven für die Hinterbeine mit der Nadel aus dem Kanal des Rückgraths hervor. Schon bei der leisesten Berührung dieser Wurzeln erfolgen sogleich die allerlebhaftesten Zuckungen in der ganzen hintern Extremität. Man schneide auch diese Wurzeln vom Rückenmark dicht ab, fasse das abgeschnittene Ende mit der Pincette und zerre die angespannte Wurzel mit der Nadelspitze. Bei jeder Reizung erfolgen die lebhaftesten Zuckungen.

Durch Wiederholung dieser Versuche an einer grossen Zahl von Fröschen kann man sich überzeugen, dass es durchaus unmöglich ist, durch die hinteren Wurzeln der Spinalnerven bei Fröschen Zuckungen zu bewirken, dass dagegen die geringsten Reize auf die vorderen Wurzeln sogleich das Spiel der heftigsten Zuckungen bewirken.

So lange beiderlei Wurzeln noch mit dem Rückenmark verbunden sind, kann man durch zerrendes Aufheben der hinteren Wurzeln und die dadurch bewirkte Zerrung am Rückenmark selbst auch Zuckungen in den Hinterbeinen bewirken. Diese entstehen aber nicht durch die hinteren Wurzeln selbst, sondern durch das zugleich gezerrte Rückenmark, dessen Reizung durch die vorderen oder motorischen Wurzeln auf die Muskeln wirkt. Wenn daher vorher die vorderen Wurzeln durchschnitten worden, so kann die Zerrung des Rückenmarks oder der hinteren, noch mit dem Rückenmark zusammenhängenden Wurzeln auf keine Art die geringste Spur einer Zuckung erregen.

Eben so entscheidend sind die Versuche mit Anwendung des Galvanismus durch einfache Zink- und Kupferplatten. *Die Reizung der abgeschnittenen vorderen Wurzeln durch den Galvanismus bewirkt sogleich die heftigsten Zuckungen; die galvanische Reizung der hinteren Wurzeln bewirkt niemals eine Spur von Zuckung.* Dieses Resultat ist äusserst merkwürdig und war mir ganz unerwartet: denn ich hatte mir gedacht, dass, wenn auch die hinteren Wurzeln bloss empfindend sind, sie doch fähig wären, das galvanische Fluidum bis zu den Muskeln zu leiten, und es ist sogar unvermeidlich, dass bei heftigem galvanischen Reize einer sehr starken Säule das galvanische Fluidum durch die hin-

teren Wurzeln so gut, wie durch jede thierische Substanz geleitet wird (so wie es in MAGENDIE's Versuchen erging). Allein es ist ganz gewiss, dass der galvanische Reiz eines Plattenpaares durch die hinteren Wurzeln nicht auf die Muskeln wirkt, durch die vorderen Wurzeln sogleich Zuckungen erregt, dass der mechanische Reiz einer Nadel bei den stärksten Zerrungen niemals eine Spur von Zuckungen durch die hinteren Wurzeln hervorruft, während die geringste Zerrung an den vorderen Wurzeln sogleich lebhafte Zuckungen bedingt. Bei der Anwendung des Galvanismus auf die hinteren Wurzeln muss man sich sehr hüten, dass die Platten irgendwo andere Theile berühren.

Die Art, wie BELL und MAGENDIE den BELL'schen Lehrsatz zu beweisen suchten, lässt sich auch mit dem sichersten Erfolge bei Fröschen anwenden. Durchschneidet man bei demselben Frosch auf der linken Seite alle 3 hinteren Wurzeln, auf der rechten Seite alle 3 vorderen Wurzeln der Nerven für die Hinterbeine, so ist an dem linken Bein die Empfindung, an dem rechten Bein die Bewegung gelähmt. Schneidet man dann am rechten Bein, welches noch Empfindung, aber keine Bewegung hat, den Fuss ab, so zeigt der Frosch den grössten Schmerz in allen Theilen des Körpers durch Bewegungen, aber das rechte Bein selbst, an dem er doch den Schmerz fühlt, kann er nicht im geringsten bewegen. Schneidet man dagegen am linken Bein, welches keine Empfindung aber noch Bewegung hat, den Fuss ab, so fühlt es der Frosch gar nicht. Dieser Versuch ist wohl der überraschendste von allen, und giebt entscheidende Resultate, nicht halben Erfolg, weil man beim Frosch gewiss ist, die Wurzeln der Nerven des Hinterbeins sämmtlich zu durchschneiden, indem es nur sehr wenige, aber dicke Wurzeln sind.

Diess sind die Versuche, welche keinen Zweifel mehr an der Wahrheit des BELL'schen Lehrsatzes übrig lassen.

Ich bemerke noch, dass das Abschneiden der hinteren Wurzeln vom Rückenmark oft ganz deutlich mit Schmerzensäusserungen am Vordertheil des Rumpfs verbunden ist.

Bei den Versuchen, wovon bisher die Rede gewesen, wird der galvanische Reiz nur auf die Wurzeln, die vorher dicht am Rückenmark abgeschnitten worden, angebracht, indem man beide Pole auf das Wurzelende wirken lässt, und also einen galvanischen Strom durch die *Dicke* der Nervenwurzel erregt. Nun ist es bekannt, dass die Rumpfnerven, die aus der Verbindung der beiden Wurzeln entstehen, Zuckungen erregen, sowohl wenn sie selbst galvanisch irritirt werden, als wenn der eine Pol auf den Nerven, der andere Pol auf den Muskel wirkt, indem im ersteren Falle der galvanische Strom nur quer durch die Dicke der Nerven, im letzten Fall vom Nerven bis zum Muskel in der ganzen Länge des Nerven durchgeht.

Ich wünschte jetzt zu wissen, und jeder wird die Frage stellen, ob die hintere Wurzel, indem sie unfähig ist, bei der unmittelbaren Reizung Zuckungen zu erregen, zugleich unfähig ist, das galvanische Fluidum zu den Muskeln zu leiten, wenn die

hinteren Wurzeln mit dem einen Pol, die Muskeln mit dem andern Pol in Verbindung gebracht werden. Hierdurch entstand eine Reihe interessanter Experimente, welche eben so constante Resultate gaben, wie die früher mitgetheilten Beobachtungen und welche seitdem sehr oft wiederholt worden sind. Sämmtliche Versuche wurden an Fröschen angestellt. Die Wurzeln wurden immer nach der schon beschriebenen Weise vorsichtig und sanft mit der Nadel aufgehoben, und dicht am Rückenmark abgeschnitten, so dass sie nur mit ihren Rumpfnerven in Verbindung standen. Zur Isolation wurde immer eine Glasplatte untergeschoben und der ganze Frosch auf ein Stück Glas gelegt. Folgendes sind die constanten Resultate:

1) Wenn man die hinteren Wurzeln der Spinalnerven allein mit beiden Polen eines einfachen Plattenpaares in Verbindung bringt, so entsteht niemals die geringste Spur einer Zuckung.

2) Wenn man dagegen die hinteren Wurzeln mit dem einen Pol, einen Muskel der unteren Extremitäten mit dem andern Pol armirt, und also einen galvanischen Strom von der Wurzel bis zu dem Muskel leitet, so entstehen Zuckungen, und zwar bloss in den innerhalb des galvanischen Wirkungskreises gelegenen Muskeln.

3) Die vorderen Wurzeln bewirken, sowohl unmittelbar mit beiden Polen vereinigt, als mittelbar, indem der andere Pol auf die Muskeln wirkt, Zuckungen in allen Muskeln der Extremität, nicht bloss in dem galvanischen Wirkungskreise, sondern bis zu den Zehen herab.

4) Dasselbe erfolgt, wenn man die hinteren Wurzeln mit dem einen Pol, die vorderen Wurzeln mit dem andern Pol in Verbindung bringt.

Diese Versuche beweisen so bündig, als ein Schluss seyn kann, unumstösslich:

a. Dass die hinteren Wurzeln der Spinalnerven zwar nicht isoliren, sondern wie alle thierische Theile im nassen Zustande den galvanischen Strom passiv von einem zum andern Pole leiten.

b. Dass sie aber keine *motorischen* Kräfte oder Bewegungskräfte haben, und durch sich selbst keinen Muskel zur Bewegung bestimmen können.

c. Dass dagegen die vorderen Wurzeln nicht allein den galvanischen Strom wie alle thierischen Theile leiten, sondern dass sie auch, ohne dass ein galvanischer Strom durch sie auf die Muskeln geleitet wird, bei jeder unmittelbaren Reizung durch mechanische oder galvanische Reize eine *motorische*, nicht galvanische Kraft in der Richtung der Nervenverzweigung ausüben.

Ich werde nun zeigen, dass ein Nerv die eigene *motorische* Kraft verlieren kann, wenn er die Fähigkeit, den galvanischen Strom auf die Muskeln zu leiten, noch behält. Man quetsche einen Muskelnerven mit der Pincette, mechanischer und galvanischer Reiz über der gequetschten Stelle wirken nicht mehr; wohl aber, wenn der mechanische und galvanische Reiz unter der gequetschten Stelle zwischen dieser und dem Muskel applicirt wird. Dennoch ist ein gequetschter Nerv fähig, den galva-

nischen Strom zu den Muskeln zu leiten, und es entstehen Zukkungen, wenn der eine Pol auf das Ende des gequetschten Nerven, der andere Pol auf den Muskel wirkt. Die gequetschte Stelle ist also leitungsfähig.

Da nun endlich der geringste mechanische Reiz mit der Nadel oder einem nicht metallischen Körper, einem zugespitzten Federkiel, dieselben Wirkungen auf die Muskelnerven und die vorderen Wurzeln der Spinalnerven hervorbringt, wie der unmittelbare galvanische Reiz in einem transversalen Strom durch die Dicke des Nerven, nämlich Zuckungen in dem ganzen Gliede, so folgt:

a. Dass der unmittelbare galvanische Reiz beider Pole auf die vorderen Wurzeln nicht anders als der mechanische Reiz wirkt; dass der Galvanismus hierbei nicht als Galvanismus die nächste Ursache der Muskelcontraction ist, sondern dass der galvanische Reiz, eben so wie der mechanische, nur die *motorischen* oder *tonischen* Kräfte der tonischen Nerven zur Aeusserung erregt.

b. Dass die galvanische Kraft von der *motorischen* oder *tonischen* Kraft oder Spannkraft der Nerven verschieden ist, und sich zu dieser nur als heftiger Reiz verhält.

c. Es folgt ferner, dass es Nerven giebt, welche keine *motorischen* oder *tonischen* Kräfte besitzen, welche durch sich selbst niemals Zuckungen erregen können, mögen sie mechanisch oder galvanisch gereizt seyn, und welche den galvanischen Strom nur passiv leiten; dass es dagegen *motorische* oder *tonische* Nerven giebt, welche bei jeder unmittelbaren Reizung ihre tonische Kraft in der Spannung der Muskeln äussern, eine Spannkraft, welche immer in der Richtung der Verzweigung, niemals rückwärts wirkt. Denn es gehört nicht hieher, wenn galvanische Ströme auf andere Aeste durch nasse Theile übergeleitet werden.

d. Dass endlich die vorderen Wurzeln der Spinalnerven *tonisch*, die hinteren *nicht tonisch* sind.

Um den mitgetheilten neuen Erfahrungen noch ein grösseres Interesse zu geben, beschloss ich die galvanische Säule statt des einfachen Plattenpaares anzuwenden. Ich errichtete eine voltaische Säule von 34 Plattenpaaren, die Platten von etwas mehr als 4 Quadratzoll. Auch diese Versuche wurden an mehreren Fröschen wiederholt, und folgende constante Resultate gefunden.

1) Die hinteren Wurzeln der Spinalnerven für die unteren Extremitäten wurden vom Rückenmark abgeschnitten, das Ende dieser Wurzeln auf ein Glastäfelchen aufgelegt, und mit beiden Polen der voltaischen Säule in Verbindung gebracht. *Nie zeigte sich auch nur eine Spur einer Zuckung.* Ich wiederhole hier die Vorsichtsmaassregel, ja keine Fasern der vorderen Wurzeln mit zu fassen.

2) Die vorderen Wurzeln erregten unter denselben Umständen die heftigsten Zuckungen in der ganzen Extremität.

3) Brachten wir die hintere Wurzel mit dem einen Pol, die Muskeln des Oberschenkels mit dem andern Pol in Verbindung,

so entstanden Zuckungen am ganzen Beine, vorzüglich aber innerhalb des galvanischen Wirkungskreises.

4) Die vorderen Wurzeln mit dem einen Pol, die Muskeln mit dem andern Pol armirt, bewirkten noch viel stärkere Zuckungen.

Ich wünschte nun zu wissen, ob die Wurzeln der letzten Spinalnerven, wenn sie in einiger Entfernung vom Rückenmark abgeschnitten werden, und wenn die noch am Rückenmark ansitzenden Anfänge der Wurzeln armirt werden, Zuckungen in den *vorderen* Theilen durch Vermittelung des Rückenmarks zu erregen im Stande sind. Die Resultate waren constant, aber unerwartet.

Weder die vorderen noch die hinteren Wurzeln bewirken, wenn sie allein einfach armirt werden, in rückwärts gehender Bewegung, Zuckungen an den vorderen Theilen des Rumpfs, z. B. am Kopf. Es scheint also, dass die Fasern der Nerven im Rückenmark nicht communiciren. Es entstanden aber Zuckungen, wenn die Wurzeln mit dem einen Pol, die entblössten vorderen Theile des Körpers mit dem andern Pole armirt wurden, was wieder durch die Leitung des galvanischen Stroms auf ferne motorische Nerven geschieht.

Endlich löste ich bei einem Frosch alle Wurzeln der Nerven am grössten Theile des Rückenmarks von hinten bis in die Gegend der Arme dicht am Rückenmark ab, so dass der hintere Theil des Rückenmarks frei emporgehoben und ein Glastäfelchen untergeschoben werden konnte. Das Rückenmarksende, mit beiden Polen verbunden, erregte Zuckungen in allen Theilen, welche noch mit dem Rückenmark in Verbindung standen. Aus diesen letzten Versuchen folgt, dass das Rückenmark nicht bloss das *Ensemble* der Rumpfnerven ist, wie ich vermuthet hatte, sondern dass es zwar einige Dinge mit den Nerven gemein hat, in einigen aber noch von ihnen verschieden ist. Denn die Wurzeln der Spinalnerven bewirken, unmittelbar gereizt, in rückwärts gehender Bewegung in den vorderen Theilen keine Zuckungen, wohl aber das Rückenmarksende.

Die vorzüglichsten der hier beschriebenen Versuche, nämlich die mit dem mechanischen Reiz und mit dem einfachen Plattenpaar, habe ich nun schon alle Jahre wiederholt, und sie haben mir immer dieselben unzweideutigen Resultate gegeben. So mache ich sie nicht allein regelmässig in den Vorlesungen über die Physiologie, sondern habe sie auch in Paris vor den Herren A. v. Humboldt, Dutrochet, Valenciennes, Laurillard, und ein andermal vor Herrn Cuvier, eben so in Heidelberg bei den Herren Tiedemann und Arnold, in Bonn mit den Herren Weber und Wutzer, ebendaselbst mit Herrn Professor Retzius aus Stockholm wiederholt, der sie wieder mit gleichem Erfolg dort wiederholte. Gleichen Erfolg hatte die Wiederholung der Versuche durch Herrn Thomson in Edinburg, durch Herrn Stannius in Berlin (Hecker's *Ann. Dec.* 1832.). Die Versuche mit dem mechanischen Reiz haben Seubert (*de funct. rad. ant. et post. nerv. spin. Carlsruhae* 1833), und van Deen (*de differentia et nexu*

*inter nervos vitae animalis et organicae. Lugd. Bat.* 1834.) mit Erfolg wiederholt. Die galvanischen Versuche mit der Säule sind SEUBERT nicht vollkommen gelungen, weil er sich ungeschickt genug dazu angestellt hat. Statt zuerst mit einem Plattenpaare zu experimentiren, hat Herr SEUBERT, gleichsam um es recht gut zu machen, mit 50 Plattenpaaren operirt. Nun ist es aber bekannt, dass man, um locale Wirkungen zu erzeugen, bei Thieren nur mit ganz schwachen Apparaten experimentiren darf, indem man bei einiger Stärke des Apparats nicht mehr sicher ist, ob man bloss den durch die Pole berührten Theil galvanisirt, oder ob das durch alle nassen Theile leitungsfähige galvanische Fluidum auf andere Theile überspringt. Es ist daher kein Wunder, wenn Herr SEUBERT in einigen Fällen beim Galvanisiren der hinteren Wurzeln der Frösche durch eine Säule von 50 Plattenpaaren doch Zuckungen entstehen sah; hätte er noch mehr Plattenpaare angewandt, so hätte er eben so gut Convulsionen des ganzen Frosches erzeugen können. Diese Betrachtung drängt sich bei einiger Kenntniss der Wirkungsart und Leitung des galvanischen Fluidums dem Leser so sehr auf, dass ich mich bei diesen Missgriffen SEUBERT's nicht länger aufhalten werde. Hätte derselbe mit einem einfachen Plattenpaare operirt, so würde er den unabänderlichen Erfolg gesehen haben, wie ich ihn jetzt schon so ausserordentlich häufig und nie mit irgend einer Aenderung gesehen habe. Nachdem nun Dr. SEUBERT mit dem einfachen Plattenpaare diesen Erfolg gesehen, hätte er zwei, dann drei, dann vier, dann fünf u. s. w. Plattenpaare nehmen müssen, bis er eine Höhe von 10 — 20 — 30 Paaren erreicht hätte; er würde dann die Grenze kennen gelernt haben, bis zu welcher er bei seiner Säule gehen durfte. Dann wäre er nicht Gefahr gelaufen, den Gegenstand von neuem zu verwirren, und es wäre ihm nur zur vollkommenen Bestätigung der Versuche Gelegenheit übrig geblieben. Die von SCARPA (*de gangliis nervorum deque origine et essentia nervi intercostalis. Annal. univers. di medicina* 1831.) erwähnten Versuche von PANIZZA, welche den BELL'schen Lehrsatz erweisen, sind noch nicht näher bekannt.

So definitiv nun die Verschiedenheit der vorderen und hinteren Wurzeln in Hinsicht der sensibeln und motorischen Eigenschaften erwiesen ist, so wenig ist dieser Unterschied in Hinsicht der vorderen und hinteren Stränge des Rückenmarks erwiesen. Ich habe diess schon in meinem französischen Memoire in den *Annales des scienc. natur.* 1831. bemerkt. Nach SEUBERT's Versuchen scheint die vordere Gegend des Rückenmarks vorzüglich, aber nicht allein, der Bewegung vorzustehen; die hintere vorzugsweise, aber nicht allein, der Empfindung. Die pathologischen Fälle, die man in SEUBERT's Schrift zusammengestellt findet, enthalten auch keine vollen Beweise jener Behauptung. Uebrigens ist es kaum möglich, über diese Frage genaue Versuche an Thieren anzustellen, indem man bei der Intention, auf die hinteren Stränge durch Schnitt zu wirken, ohne es zu wollen, durch Druck auf die vorderen wirkt.

## *II. Capitel.* Von den sensitiven und motorischen Eigenschaften der Gehirnnerven.

Ohne hier schon in das Detail der Physiologie der einzelnen Gehirnnerven einzugehen, untersuchen wir dieselben hier in Hinsicht ihrer Uebereinstimmung oder Verschiedenheit im Vergleich mit den Rückenmarksnerven. Die Gehirnnerven können in folgende Classen gebracht werden.

1) Reine Sinnesnerven, die Nerven der höheren Sinne, Nervus olfactorius, opticus, acusticus.

2) Reine Bewegungsnerven. Nervus oculomotorius, trochlearis, abducens. Da diese Nerven mit einfachen Wurzeln ohne Ganglion entspringen, auch sich nicht durch Nervenfäden von Empfindungsnerven verstärken, so müssen sie vor der Hand als reine Bewegungsnerven gelten, so lange es nicht durch Versuche bekannt ist, ob sie auch sensible Fasern enthalten, d. h. beim Durchschneiden schmerzen.

3) Gemischte Nerven mit doppelten Wurzeln. Nervus trigeminus, Nervus glossopharyngeus (siehe oben p. 589.), Nervus vagus cum accessorio, bei mehreren Säugethieren auch Nervus hypoglossus (siehe oben p. 589.)

4) Gemischte Nerven mit einfacher Wurzel, welche, an sich motorisch, durch Verbindung mit sensitiven Nerven Empfindungsfasern erhalten. Nervus facialis, Nervus hypoglossus des Menschen.

Unter diesen Nerven verdienen vorzüglich die beiden letzten Classen eine besondere Betrachtung.

### Gemischte Hirnnerven mit doppelten Wurzeln.

*Nervus trigeminus.*

Dieser Nerve hat bekanntlich zwei Wurzeln, Portio major, welche in das Ganglion Gasseri anschwillt, und Portio minor ohne Ganglion; letztere geht an dem Ganglion vorbei zum dritten Ast. Die aus der gangliösen Portio major oder dem Ganglion Gasseri hervorgehenden Aeste des N. trigeminus, Ramus primus et secundus, sind wahrscheinlich bloss sensibel. Der dritte Ast des N. trigeminus, welcher zum Theil aus der nicht gangliösen Portio minor entspringt, und aus dem Ganglion Gasseri oder der Portio major sich verstärkt, ist motorisch und sensibel. Betrachten wir zuerst die Eigenschaften des ersten Astes, Ramus ophthalmicus. Seine Zweige sind der N. nasociliaris, ein Nerve, der sich durch seine vorzugsweise Verbreitung in der Nase und am innern Augenwinkel, in der Conjunctiva und dem Saccus lacrymalis als sensibler Nerv beurkundet. Der N. frontalis könnte dagegen für motorisch gehalten werden, weil er sich nicht allein in der Stirnhaut und der Haut des obern Augenliedes, sondern auch mit kleinen Zweigen in dem Musculus orbicularis palpebrarum, frontalis und corrugator supercilii verbreiten soll. Allein in denselben Muskeln verbreiten sich auch Zweige des N. facialis, und Ch. Bell hat wahrscheinlich gemacht, dass der N. frontalis nur sensibel ist, und der N. facialis die motorischen Zweige für

jene Theile abgiebt. Ueberdiess fand ARNOLD, dass die Zweige des N. frontalis die Muskeln nur durchbohren und zur Haut gehen, wie es auch mit den Zweigen des N. infraorbitalis und mentalis ist. BELL durchschnitt bei einem Mann, der an Gesichtsschmerz litt, den N. frontalis. Diese Durchschneidung war sehr schmerzhaft. Dagegen wurde bei einem anderen Kranken der Musculus corrugator supercilii gelähmt durch eiterige Zerstörung des obern Astes vom N. facialis bei einem Geschwür vor dem äussern Ohr. Neuerlich berichtet BELL, dass er zwei oder drei Fälle von Krankheit des N. ophthalmicus beobachtet habe, wobei gänzliche Unempfindlichkeit des Auges, der Augenlieder ohne Verlust des Gesichts statt fand. MAGENDIE's *Journal. T. X. p.* 9.

Der zweite Ast des N. trigeminus ist auch ganz sensibel, und enthält, wie sich sicher beweisen lässt, durchaus keine motorischen Fasern. Mehrere Zweige desselben zeigen sich als sensibel durch ihre Verbreitung in nicht musculöse Theile, wie der N. dentalis anterior (Ast des N. infraorbitalis) und posterior, N. vidianus, N. nasales, palatini, nasopalatinus Scarpae. Dass der N. subcutaneus malae und infraorbitalis auch sensibel sind, geht aus ihrer vorzugsweisen Verbreitung in der Haut hervor; und dass der N. infraorbitalis, der sich vielfach mit dem N. facialis verflechtet und selbst mehr durch als in die Gesichtsmuskeln verbreitet, keine motorischen Fasern enthält, kann sicher bewiesen werden. C. BELL *exposition du syst. nat. des nerfs.* 1825. BELL in MECKEL's *Archiv. Bd. VIII. p.* 401. MAGENDIE *Journal. Tom. II. p.* 66. C. BELL *physiol. und pathol. Untersuchungen des Nervensystems, übers. von* ROMBERG. *Berl.* 1832. ESCHRICHT *de functionibus nervorum faciei et olfactus organi. Hafn.* 1825. GER. BACKER *commentatio ad quaestionem physiologicam a facultate medica. acad. Rhenotraject. a.* 1828 *propositum. Traject. ad Rhenum* 1830.

BELL durchschnitt bei Thieren den N. infraorbitalis auf der linken Seite, den N. facialis auf der rechten Seite des Gesichts; hierauf folgte complete Unempfindlichkeit der linken Seite, Lähmung der Bewegung auf der rechten Seite. Die Durchschneidung des N. facialis erregte Zuckungen der Gesichtsmuskeln, die des N. infraorbitalis nicht. BELL durchschnitt bei einem Esel den N. infraorbitalis, bei einem andern Esel den Nervus facialis. Hier blieb die Sensibilität und verschwand die Muskelkraft; dort umgekehrt. Beim Esel brachte die mechanische Reizung des N. infraorbitalis heftige Schmerzen, aber keine Zuckungen hervor. Diese Versuche sind von SCHOEPS (MECKEL's *Archiv* 1827. *p.* 409.) und mir (FRORIEP's *Not. Nr.* 647.) bestätigt worden. BELL hat einen pathologischen Fall beobachtet, wo ein Mann nach einer Verletzung des N. infraorbitalis die Empfindung in der Oberlippe verlor, ohne Verlust der Bewegung (MAGENDIE *Journal de Physiol. Tom. X. p.* 8.). BELL hat sich indessen darin geirrt, wenn er glaubte, dass der N. infraorbitalis doch noch zur Bewegung der Oberlippe beim Ergreifen des Futters diene. Nach der Durchschneidung des N. infraorbitalis auf beiden Seiten wollte BELL bemerkt haben, dass der Esel das Futter nicht mehr mit den Lippen fasste, sondern bloss die Lippen auf den Boden drückte,

um mit der Zunge das Futter zu fassen. Auch bemerkten Bell und Schoeps, dass nach der Durchschneidung des N. facialis auf einer Seite die Lippen doch noch auf beiden Seiten ihre Beweglichkeit beim Ergreifen des Futters geäussert haben. Diesen Irrthum hat zuerst Mayo berichtigt. *Anatom. and physiolog. comment. Lond.* 1822. *p.* 107. Mayo durchschnitt den Ramus infraorbitalis, worauf das Thier das Futter nicht mehr mit der Lippe ergriff, und sich der Lippe nur beschwerlich beim Kauen bediente; aber es konnte die Lippe öffnen, was Bell geläugnet hatte. Diese Phänomene glaubt Mayo mit Recht aus dem Verlust des Gefühls in den Lippen zu erklären, denn das Thier fühlte das Futter nicht mehr, wenn es auch dasselbe ergreifen konnte. Dass aber die Bewegung der Lippen von dem N. facialis abhängt, hat Mayo ausser Zweifel gesetzt. Denn nach dem Durchschneiden des N. facialis auf beiden Seiten erfolgte zugleich Lähmung aller Gesichtsmuskeln, auch der Lippen. Die Bewegung der Lippen auf beiden Seiten, wenn die Durchschneidung des N. facialis bloss einerseits statt gefunden hat, erklärt Backer mit Recht aus dem passiven Mitbewegen der gelähmten Seite bei dem Zusammenziehen des Musc. orbicularis oris.

Meine eigenen Versuche über den N. infraorbitalis an Kaninchen sind folgende: Der N. infraorbitalis erregt, wenn man ihn auch noch so sehr mit einer Nadel reizt und zerrt, oder mit der Pincette quetscht, niemals eine Spur von Zuckung in den Muskeln der Schnauze. Ich schnitt den Nerven dicht an der Austrittsstelle durch, wobei das Thier ein sehr klägliches Geschrei und ungeheure Schmerzensäusserungen erhob. Das Ende des Nerven wurde mit beiden Metallplatten in Verbindung gebracht, nachdem der Nerv auf eine Glasplatte aufgelegt worden. Wir sahen keine Spur von Zuckungen in den entblössten Muskeln der Schnauze. Wohl aber entstanden Zuckungen, als der N. infraorbitalis mit der einen Platte, die Muskeln mit der andern Platte armirt wurden, weil in diesem Fall ein galvanischer Strom bis zu den Muskeln der Schnauze entstand und dort Zukkung erregte, an der der Nerv durch seine Kräfte keinen Antheil hatte. Als wir darauf auf das isolirte Ende des Nervus infraorbitalis beide Pole einer galvanischen Säule von 65 Plattenpaaren wirken liessen, zeigten sich bei Berührung an einzelnen Stellen des sehr breiten Nerven keine Zuckungen in den Muskeln der Schnauze, wohl aber bei der Berührung an anderen Stellen kleine Zuckungen, was uns unerwartet war und was man nur aus zwei Gründen erklären kann: 1. daraus, dass sich Aeste des Nervus facialis sogleich an den Nervus infraorbitalis an der Austrittsstelle anschliessen, und 2. daraus, dass bei einer starken galvanischen Säule das galvanische Fluidum nicht allein wie gewöhnlich den kürzesten Weg von einem zum andern Pol nimmt, sondern durch alle Leiter auch in Abwegen sich verbreitet. So erregt ein gequetschter Muskelnerv, über der gequetschten Stelle galvanisirt, keine Zuckungen mehr, weil die motorische Kraft unterbrochen ist; allein der Galvanismus wirkt hindurch auf das untere noch gesunde Stück, wenn man eine

sehr kräftige Säule von 80—100 Plattenpaaren und beide Pole über der gequetschten Stelle anwendet.

Ich habe nun aus den Versuchen von Bell, Schoeps, Mayo und meinen eigenen Beobachtungen bewiesen, dass alle Zweige des Ramus primus und secundus nervi trigemini, welche von der gangliösen Wurzel ausgehen, sensibel und nicht motorisch sind.

Der dritte Ast des N. trigeminus, welcher aus der Portio minor oder kleinen Wurzel und aus einem Theil der Portio major zusammengesetzt wird, ist offenbar motorisch und sensibel wie die Spinalnerven, nachdem sie aus einer gangliösen sensibeln, und einer nicht gangliösen motorischen Wurzel zusammengesetzt sind. Diess geht aus dessen Verbreitung hervor. Vergleicht man nun den N. trigeminus mit den Spinalnerven, so gleicht er ihnen auffallend in den beiden Wurzeln, beide haben eine gangliöse sensible und eine einfache motorische Wurzel; allein sie gleichen sich nicht mehr, sobald die Wurzeln zusammengetreten sind. Denn in den Spinalnerven vermischen sich die Primitivfäden der sensiblen und der motorischen Wurzeln zu neuen Ordnungen von Nerven, welche motorische und sensible Fasern enthalten. Beim N. trigeminus dagegen bleibt der grösste Theil der sensiblen Portio major selbstständig, und der Ramus primus et secundus trigemini sind nur sensibel; nur der dritte Ast gleicht den Spinalnerven, indem er aus der Verbindung der motorischen Portio minor und eines Theils der sensiblen Portio major entsteht.

Der N. massetericus, temporalis profundus, buccinatorius, die Rami pterygoidei, N. mylohyoideus sind offenbar motorische Nerven. Dass sie aber auch sensible Fasern enthalten, sieht man an den Zweigen, welche der N. massetericus dem Kinnbackengelenk giebt. Der untere hintere Theil des dritten Astes vom Nervus trigeminus enthält dagegen nur sensible Fasern. Der Nervus auricularis seu temporalis superficialis ist kein Muskelnerve, er verbindet sich mit dem Nervus facialis, sowohl mit dem Stamm als seinen Zweigen, und ertheilt diesem Nerven zum Theil die Sensibilität, die er ausser seiner motorischen Kraft besitzt. Der Ramus auricularis verbreitet sich bloss in empfindlichen Theilen, im äussern Gehörgang, äussern Ohr, in der Haut des Kopfes.

Der N. alveolaris inferior giebt den N. mylohyoideus nicht ab, sondern wie Bell bemerkt, haben der N. alveolaris und mylohyoideus gar keine Gemeinschaft, indem sie auf eine Strecke bloss parallel neben einander liegen bis zum Foramen alveolare. Der Stamm des Nerven ist aber offenbar nur sensibel durch die Zahnnerven und den Ramus mentalis. Dass letzterer Empfindungsnerve ist, beweist ein von Bell beobachteter Fall. Bei dem Ausreissen eines Zahnes wurde der N. mentalis mit verletzt und die Unterlippe empfindungslos (Magendie *Journal. T. X. p.* 8.). Dass der N. lingualis keine motorische Kraft besitzt, sondern Empfindungsnerve der Zunge ist, obgleich er sich auch in dem Zungenfleisch verbreitet, lässt sich ganz evident beweisen.

Schon Desmoulins bemerkt, dass, wenn man an einem Hunde den N. lingualis zerrt, das Thier schreit, aber die Zunge unbe-

weglich bleibt, dass, wenn man diesen Nerven nach dem Tode galvanisirt, die Zunge sich nicht bewegt. Ich habe diese Versuche bei Kaninchen während des Lebens angestellt. Der N. lingualis bewirkt keine Spur einer Zuckung, wenn er mit der Nadel gezerrt wird, und selbst dann nicht, wenn die beiden Pole einer galvanischen Säule von 65 Plattenpaaren auf ihn wirken. Wenn man aber einen Pol auf die Zunge, den andern auf den N. lingualis applicirt, so entstehen Zuckungen, weil der Nerve hier bloss ein feuchter thierischer Leiter des galvanischen Fluidums bis zu den Muskeln der Zunge ist. Froriep's *Not.* 647. Auch Magendie hat nach Durchschneidung des N. lingualis Empfindungslosigkeit der Zunge ohne Verlust der Bewegung bemerkt. Neuerlichst habe ich mich überzeugt, dass der N. lingualis Schmerz empfindet; dass er auch Nerv des Geschmackes ist, wird später erwiesen. Aus allem bisher Angeführten geht hervor, dass der N. trigeminus durch seine grosse Wurzel der Empfindungsnerve des ganzen Vorder- und vordern Seitentheils des Kopfes (mit Ausschluss der eigentlichen Sinnesfunctionen des Geruchs, Gesichts, Gehörs), und dass er durch die Portio minor der motorische Nerve für alle Masticationsmuskeln ist. Daher hören nach der Durchschneidung des Stammes dieses Nerven in den Versuchen von Magendie alle diese Bewegungen und alle Gefühlsempfindungen am ganzen Kopf, Auge, Nase, Zunge auf, wie denn auch in Krankheiten des Stammes vom N. trigeminus oder seiner Wurzeln, derselbe Erfolg von Bell, Magèndie, Serres beobachtet wurde. Nach der Durchschneidung dieses Nerven innerhalb des Schädels, die Magendie bei Kaninchen gemacht haben will, und die Eschricht wiederholte, war die Empfindung an der ganzen Seite des Kopfes gelähmt. Die Nasenschleimhaut wie die Conjunctiva war unempfindlich, und Stiche und chemische Reize, wie Ammoniakflüssigkeit, brachten keine Schmerzen mehr hervor. Das Auge war trocken, die Iris zusammengezogen, das Nicken des Augenliedes hatte auf der kranken Seite aufgehört. Am folgenden Tage war das unverletzte Auge vom Reiz des Ammoniak entzündet, das gelähmte Auge nicht, und die Unempfindlichkeit hatte also die Ausbildung der Entzündung verhütet. In anderen Versuchen bewirkte die Durchschneidung des N. trigeminus nach mehreren Tagen Entzündung der Conjunctiva, Absonderung eiteriger Materie von den Augenliedern, im Auge selbst Iritis und Pseudomembranen, zuletzt zeigte sich Vereiterung des Auges. Das Zahnfleisch verdirbt und lockert sich auf, die Zunge wird auf der Seite der Verletzung weiss, und ihr Epithelium verdickt sich.

Die Gefühlsempfindung am Auge, z. B. in der Conjunctiva, ist wohl zu unterscheiden von den Gesichtsempfindungen, eben so wie die Gefühlsempfindung in der Nase, die sich durch Gefühl von Wärme, Kälte, Trockenheit, Kitzel, Jucken, Schmerz äussert, wohl von dem Geruch zu unterscheiden ist. Die Gesichtsempfindung hat in dem Auge nur durch den N. opticus statt, die Gefühlsempfindungen nur durch die Zweige des N. trigeminus; die Geruchsempfindung in der Nase hat eben so nur

durch den Nerv. olfactorius, die Gefühlsempfindung nur durch die N. nasales vom N. trigeminus statt.

*Nervus glossopharyngeus.*

Aus den oben p. 589. angeführten Beobachtungen von mir über ein an einem Theil der Wurzelfäden des N. glossopharyngeus befindliches Knötchen über dem Ganglion petrosum, geht hervor, dass auch dieser Nerve unter die gemischten gehört, womit auch seine Verbreitung übereinstimmt. Denn er versieht theils den hintern Theil der Zungenschleimhaut, theils die Schlundmuskeln (namentlich den Musc. stylopharyngeus), und dass er motorische Kraft besitzt, habe ich selbst beobachtet, denn ich sah bei einem Kaninchen noch nach dem Tode durch Galvanisiren dieses Nerven Zuckungen am Schlunde entstehen. Beim Ochsen und einigen anderen Säugethieren, wo die von Mayer entdeckte kleine hintere gangliöse Wurzel des N. hypoglossus vorkömmt, gehört auch dieser unter die gemischten Nerven mit doppelten Wurzeln, obgleich er beim Menschen seinen Wurzeln nach nur motorisch ist, und erst auf dem Wege seiner Verbreitung durch Verbindungen sensible Fäden aufnimmt. Bedenkt man nun, dass die gewöhnlichen Wurzeln dieses Nerven in einer Reihe mit den vorderen Wurzeln der Rückenmarksnerven entspringen, dass er bei einigen Säugethieren eine hintere Wurzel hat, dass die hintere Wurzel des auf ihn folgenden ersten Halsnerven zuweilen fehlt, und dieser dann ausnahmsweise dem N. hypoglossus gleicht, während sich der N. hypoglossus des Ochsen dem gewöhnlichen Verhalten des ersten Halsnerven ausnahmsweise nähert, so ist es unzweifelhaft, dass der N. hypoglossus trotz seinem Durchgang durch eine im Schädel selbst gelegene Oeffnung doch gleichsam als der erste Spinalnerve zu betrachten ist, der nur noch mehr als der erste Halsnerve und die untersten Spinalnerven von den übrigen Spinalnerven abweicht.

*Nervus vagus cum accessorio Willisii.*

Der N. vagus schwillt in seinem ganzen Stamm innerhalb des Foramen lacerum in ein Ganglion an; er verhält sich also hier wie eine blosse Empfindungswurzel; da er nun gleich nach dem Durchtritt durch das Foramen lacerum einen Theil des Nervus accessorius in sich aufnimmt, so liegt es bei dem jetzigen Zustande der Wissenschaft sehr nahe, anzunehmen, dass der N. vagus durch die Aufnahme eines Theils des N. accessorius seine motorischen Fasern für den Ramus pharyngeus und die N. laryngei erhält. Daher haben Arnold (*der Kopftheil des vegetativen Nervensyst. Heidelb.* 1831.) und Scarpa (*de gangliis nervorum deque essentia nervi intercostalis. Ann. univers. di medicina* 1831.) diese Hypothese fast zu gleicher Zeit vorgetragen, welche Bischoff in seiner schätzbaren Schrift (*nervi accessorii Willisii anatomia et physiologia. Heidelb.* 1832.) weiter ausgeführt und mit neuen und wichtigen Gründen gestützt hat. Die Gründe, die man dafür anführen kann, sind folgende: Der N. accessorius theilt sich unterhalb des Ganglion nervi vagi in einen äussern, dem Musc. sternocleido-mastoideus und cucullaris bestimmten Ast, und in einen innern, mit dem N. vagus zusammenfliessenden Ast.

Aus dem Zusammenfluss des N. vagus und accessorius entsteht der Ramus pharyngeus nervi vagi, aber ein Theil des N. accessorius setzt sich tiefer im N. vagus verflochten fort, und Bischoff vermuthet, dass von diesem Antheil auch die N. laryngei, namentlich der Laryngeus inferior, ihre motorischen Fasern haben. Bei den Vögeln und Amphibien ist der N. accessorius auch noch vorhanden. Bojanus hatte ihn von der Schildkröte, Serres von den Vögeln beschrieben; Bischoff hat ihn bei mehreren Vögeln und Amphibien ausführlicher als einer seiner Vorgänger untersucht. Er entspringt bei den Vögeln nicht zwischen den hinteren und vorderen Wurzeln der Rückenmarksnerven, sondern über den hinteren Wurzeln aus den hinteren Rückenmarkssträngen, und reicht bis zum dritten Cervicalnerven. Aufwärts schliesst sich der Nerve dem N. vagus an, und schwillt mit den Wurzeln des N. vagus in das Ganglion nervi vagi an, so dass hier der Nerve ganz in den N. vagus übergeht, der dann wieder einen Zweig für die Halsmuskeln abgiebt, welcher dem äussern Ast des N. accessorius des Menschen entspricht; auch bei den Amphibien geht der N. accessorius ganz in den N. vagus über. Zu diesen anatomischen Gründen von Bischoff für die Hypothese von Scarpa und Arnold könnte man noch hinzufügen, dass der grösste Theil des N. vagus offenbar sensoriell ist, und die auf dem Magen sich verbreitenden Aeste bloss empfindlich seyn können, indem es nicht möglich ist, durch Reizung des N. vagus am Halse der Thiere Bewegungen des Magens hervorzurufen. Unter den directen Experimenten von Bischoff für seine Ansicht ist nur eines von der Art, dass sich einigermaasen zuverlässige Schlüsse daraus ziehen lassen. Er nahm bei einer Ziege einen Theil des Hinterhauptbeines weg, und durchschnitt alle Wurzeln des N. accessorius innerhalb der Schädelhöhle auf beiden Seiten. Schon beim Durchschneiden der Wurzeln auf einer Seite bemerkte er, dass die Stimme des beständig heulenden Thieres heiser wurde, und dass die Rauhigkeit der Stimme immer mehr zunahm, je mehr Wurzeln er auch auf der linken Seite durchschnitt. Nach Durchschneidung aller Wurzeln hörte die Stimme ganz auf: hircus omnem vocem amisit et summissum quendam ac raucissimum tantummodo emisit sonum, qui neutiquam vox appellari potuit. Diese letzte Bemerkung ist aber kein absoluter Beweis für die Hypothese. Diese Experimente müssen leider wiederholt werden, um über den interessanten Gegenstand ins Klare zu kommen. Ausserdem muss ebenfalls die von mir bei den Rückenmarksnerven angewandte Methode des mechanischen und galvanischen Reizes auf die Wurzeln hier versucht werden, um zu sehen, ob bei einem frisch getödteten Thier der mechanische und galvanische Reiz, auf den N. accessorius in der Schädelhöhle noch applicirt, Zuckung des Schlundes verursacht, und ob der N. vagus unter denselben Umständen nicht auch Zuckungen des Schlundes verursacht. Ich habe selbst einmal den Versuch auf diese Art angestellt. Um so schnell wie möglich zu diesen Wurzeln zu kommen, wurde an einem grossen lebenden Hunde, dem man vorher den Schlund blossgelegt hatte, der

Schädel aufgesägt, auch der Bogen des ersten Halswirbels mit einer Knochenzange weggebrochen, darauf das kleine Gehirn abgetragen, bis man die Wurzeln des N. vagus und accessorius vor sich hatte; diese wurden von der Medulla oblongata abgeschnitten, und nun wurde die Wurzel des N. vagus sowohl mechanisch, als mit einem einfachen galvanischen Plattenpaar gereizt. Bei der mechanischen und galvanischen Reizung des N. vagus entstand ganz deutlich eine Zusammenziehung im Schlunde. Dieser Versuch spricht durchaus gegen die Theorie von Scarpa und Arnold, indess bin ich selbst wieder misstrauisch dagegen geworden. Denn es kömmt darauf an, dass man bei dem Reizen der Wurzel des N. vagus mit der grössten Vorsicht alle Wurzelfäden des N. glossopharyngeus ausschliesst. Indessen lässt sich bei Wiederholung dieser Versuche nach der von mir angegebenen Methode bald die Richtigkeit oder Unrichtigkeit der Hypothese von Arnold und Scarpa entscheiden. So vieles für diese Ansicht aus den vorher angeführten schätzbaren Beobachtungen von Bischoff auch spricht, so darf man doch einige anatomische Gründe dagegen sich nicht verschweigen. Der erste ist der Ursprung des N. accessorius mehr aus dem hintern als vordern Theile des Rückenmarks, namentlich ganz bei Vögeln und Amphibien. Doch würde diess kein vollgültiger Einwurf seyn; da, was von den Wurzeln der Rückenmarksnerven gilt, von den Rückenmarkssträngen durchaus nicht ausgemacht ist, überdiess der N. accessorius deutlicher Muskelnerve ist. Ein anderer wichtigerer Einwurf gegen jene Theorie liegt in der öfter stattfindenden Beziehung des N. accessorius zu den hinteren Wurzeln der Halsnerven. Mayer sah einmal ein kleines Ganglion an einem Faden der hinteren Wurzel des zweiten und des dritten Halsnerven, welches sich durch einen Faden mit dem N. accessorius verband. Mayer sah auch zuweilen die hintere Wurzel des ersten Halsnerven mit dem N. accessorius in Verbindung. *Act. nat. cur. Vol. XVI. p.* 2. Interessant ist besonders der von mir selbst beobachtete Fall, wo der N. accessorius ganz allein die hintere Wurzel des ersten Halsnerven abgab, und sich an der Abgangsstelle dieser Wurzel an der letztern ein Knötchen zeigte. Mueller's *Archiv für Anat. und Physiol.* 1834. *p.* 12. Diese Fälle beweisen wenigstens sehr bestimmt, dass der N. accessorius kein blosser motorischer Nerve seyn kann, sondern dass er entweder immer, oder wenigstens zuweilen unter der oben angegebenen Bedingung Empfindungsfasern enthält.

### Ursprünglich motorische Nerven, welche auf ihrem Wege Empfindungsfasern durch Verbindungen mit anderen Nerven aufnehmen.

*Nervus facialis.*

Der N. facialis ist der eigentliche Bewegungsnerve aller Gesichtsmuskeln (mit Ausnahme der Kaumuskeln), des Musc. occipitalis, der Ohrmuskeln, des Musc. stylohyoideus, des hinteren Bauches vom Musc. digastricus maxillae inf. (der vordere Bauch wird vom N. mylohyoideus aus dem dritten Ast des N. trigeminus versehen). Bei den Vögeln scheint er sich bloss im Musc. sty-

loglossus zu verbreiten. Nach der Durchschneidung des N. facialis bei Thieren sind die Gesichtsmuskeln sammt und sonders gelähmt. Die Augenbraunen werden nicht mehr erhoben, die Augen nicht mehr geschlossen, die Ohrmuskeln sind gelähmt, die Schnauze hängt unbeweglich etc. Diese Versuche sind von Schoeps, Backer und von mir bestätigt worden. Backer bemerkte nach Vergiftung mit Nux vomica, dass nach Durchschneidung des N. facialis sogleich die Gesichtsmuskeln ruhig wurden, während die übrigen Muskeln ihre Krämpfe fortsetzten. Die Versuche, welche ich über die Kräfte dieses Nerven angestellt habe, sind in Froriep's *Notizen,* 648. erzählt. Wenn ich den Nervus facialis mit der Nadel reizte oder mit der Pincette quetschte, so entstanden die lebhaftesten Zuckungen in den Muskeln des Gesichts, je nach den verschiedenen Aesten, welche gereizt wurden, in der Schnauze, in den Augenliedern. Dasselbe erfolgt, wenn man mit einem einfachen Plattenpaar den Nerv. facialis galvanisirt. Der Nerv. facialis ist also motorischer Nerv aller Gesichtsmuskeln; pathologische, von Bell beobachtete Fälle bestätigen diess. Ein Mann erhielt einen Pistolenschuss, die Kugel drang in das Ohr und verletzte den N. facialis an seinem Ursprung. Es erfolgte Verlust der Bewegung des Gesichts derselben Seite, ohne Verlust der Empfindung. Der zweite Fall betrifft einen Mann, der durch das Horn eines Ochsen an dem Austritt des N. facialis verletzt wurde. Die ganze Seite des Gesichts ist unbeweglich, die Augenlieder dieser Seite bleiben offen, der Mundwinkel verzogen, der Nasenflügel beim tiefen Athmen unbeweglich, die Gesichtsmuskeln sind auf dieser Seite endlich atrophisch geworden. Die Sensibilität fehlt bei diesem Manne in den gelähmten Theilen nicht. Der N. facialis wurde bei der Exstirpation einer Geschwulst vor dem Ohre getheilt. Derselbe Erfolg. Bell in Magendie's *Journal. T. X. p. 7.*

Bell hatte geglaubt, verschiedene Muskeln des Gesichts, z. B. der Lippen, der Schnauze könnten in Hinsicht der physiognomischen Bewegungen gelähmt seyn, während die Kaubewegungen dieser Muskeln fortdauern, und umgekehrt, und leitete diess davon ab, dass diese Muskeln Aeste vom N. infraorbitalis und vom facialis erhielten; allein hier hat sich Bell durchaus geirrt. Der N. infraorbitalis hat keine Spur von motorischer Kraft, und die Muskeln sind nach Lähmung des N. facialis für jede Art der Bewegung gelähmt, ausser den eigentlichen Kaumuskeln, die aber dem N. facialis überhaupt nicht unterworfen sind, sondern von der motorischen Portio minor des N. trigeminus abhängen.

Bisher habe ich bloss den N. facialis als motorischen Nerven betrachtet, als welchen ihn Bell allein kannte, so dass er diesen Nerven für allein motorisch und nicht für sensibel hielt. Diess ist indessen sicher falsch.

Schoeps sah die Section des N. facialis beim Kaninchen schmerzlos, bei der Katze aber sehr schmerzhaft. Allein hier muss sich Schoeps geirrt haben, denn die Durchschneidung des N. facialis ist nach meinen Versuchen an Kaninchen überaus

schmerzhaft, so dass die Thiere sehr schreien, wenn der Nerve durchschnitten wird. Auch Magendie fand die Section des N. facialis mehr oder minder schmerzhaft. Mayo bemerkte eine geringe Sensibilität am N. facialis des Esels, eine sehr ausgezeichnete dagegen beim Pferd, Hund, Katze. Auch Backer fand die Section bei Katzen durchaus schmerzhaft. l. c. p. 64. Eben so Eschricht. Ob nun aber die sensiblen Fasern des N. facialis ihm selbst von seinem Ursprung an eigenthümlich, oder ob er sie von seinen zahlreichen Verbindungen mit dem N. trigeminus (nämlich mit dem N. temporalis superficialis, subcutaneus malae, infraorbitalis, mentalis) her hat, ist eine andere Frage. Diese Frage hatte Eschricht zum Vortheil der letztern Ansicht entschieden. Eschricht durchschnitt den N. trigeminus in der Schädelhöhle; der N. facialis war hierauf noch schmerzhaft. In einem zweiten Versuch durchschnitt er den linken N. trigeminus; der N. facialis hatte keine Empfindung mehr, während er auf der gesunden Seite noch Empfindung hatte. In einem dritten Versuche durchschnitt Eschricht den N. trigeminus sinister, und bemerkte am vorderen Theil des N. facialis sinister keine Empfindung, wohl aber am hinteren Theil des N. facialis unter dem äussern Gehörgang. Hieraus und aus einem ähnlichen Versuch schloss Eschricht, dass der N. facialis nach Durchschneidung des N. trigeminus in seinem vordern Theile unempfindlich werde, in seinem hintern Theile aber die Empfindung behalte. Dass die Verbindung mehrerer Zweige des N. facialis mit Zweigen des N. infraorbitalis nicht dem N. facialis die Empfindung nach rückwärts mittheile, beweist ein ganz guter einfacher Versuch beim Hunde von Gaedechens, der nach Durchschneidung der Aeste des N. facialis, die sich mit dem N. infraorbitalis verbinden, diesen noch ganz empfindlich fand. Derselbe durchschnitt ferner beim Hunde einen ansehnlichen Ast des N. facialis, der sich mit dem N. infraorbitalis verband; dieser Ast war an dem Stück, welches vom N. facialis getrennt war, unempfindlich, hatte also seine Empfindung nicht vom N. infraorbitalis, mit dem er noch zusammenhing, sondern vom N. facialis selbst, oder von Verbindungen des N. facialis mit Aesten des N. trigeminus, die viel weiter nach hinten liegen, wie z. B. vom N. temporalis superficialis, der sich mit dem N. facialis schon vor und unter dem äussern Ohr verbindet.

So viel ist aus den Versuchen von Eschricht gewiss, dass der N. facialis nicht alle Empfindungsfasern vom N. trigeminus hat. Diess haben Einige dadurch zu erklären gesucht, dass der N. facialis selbst durch verschiedene Wurzeln zweierlei Fasern enthalte und unter die gemischten Nerven gehöre. Diess ist Arnold's Ansicht, welcher die Portio intermedia Wrisbergi an der Wurzel des N. facialis in diesem Sinne betrachtet, ja sogar die unbedeutende Anschwellung am Knie des N. facialis für ein Ganglion eines Empfindungsnerven nimmt, obgleich diese Anschwellung den ganzen Nerven einnimmt. Diese Ansicht ist auch von Bischoff wiederholt worden, und in noch einer in Heidelberg erschienenen Schrift (Gaedechens *nervi facialis physiologia et*

*pathologia* 1832.) mit so vieler Bestimmtheit und Vertrauen vorgetragen worden, dass der Verfasser sogar die Functionen dieser zwei hypothetischen Wurzeln unter besonderen Abschnitten abhandelt. Mit welchem Recht wird aber die Anschwellung des ganzen N. facialis (die noch kein Ganglion ist) für ein Ganglion einer empfindenden Wurzel dieses Nerven angesehen von denjenigen, welche aus dem Umstand, dass der N. vagus ganz in ein Ganglion anschwillt, mit eben so viel Bestimmtheit schliessen, dass er blosser Empfindungsnerve sey?

Indessen der N. facialis besitzt nur eine Art von Wurzelfäden, er ist an seinem Ursprunge kein gemischter Nerve, sondern einfach; auch die Existenz der Portio intermedia beweist hier gar nichts, und ist überhaupt von keiner Bedeutung, da sie kein Ganglion hat; denn wollte man jedes Wurzelbündel eines Nerven für eine Wurzel eigener Art halten, so würde man dem N. accessorius mehrere, sogar viele Functionen, dem N. hypoglossus in vielen Fällen zwei, dem N. olfactorius drei Functionen zutheilen müssen.

Wir werden daher darauf angewiesen, anzunehmen, dass der N. facialis entweder an seinem Ursprunge noch durchaus einfach und bloss motorisch ist, oder dass er sensible Fäden schon vom Gehirn an enthält, ohne eine sensible Wurzel zu haben, worin er dann eine ganz einzige Ausnahme machen würde. Die erstere Annahme ist viel wahrscheinlicher. Es lässt sich sogar mit Bestimmtheit die Quelle anzeigen, woher der Rest von Empfindlichkeit kommt, welchen der N. facialis unter dem äussern Gehörgang noch hat, selbst dann, wenn der N. trigeminus im Stamme durchschnitten worden ist. Diess ist nämlich eine Verbindung eines Zweiges des N. vagus mit dem Stamme des N. facialis im Fallopischen Kanal, eine Verbindung, die beim Menschen sowohl als bei Thieren vorkömmt. Diese merkwürdige Zusammensetzung des N. facialis, welche Alles vollkommen erklärt, ist zuerst von Cuvier beim Kalb beschrieben worden. *Vergl. Anat., übers. von* Meckel. 2. *p.* 227. Der N. vagus giebt nämlich unter spitzem Winkel einen starken Ast durch einen besonderen Knochenkanal zum N. facialis; dieser Ast geht mit einem kleinen Zweig geradezu in den N. facialis über; mit der Fortsetzung des Astes verbreitet er sich am äussern Ohr. Dieser nach Arnold's Entdeckung auch beim Menschen vorkommende Nerve, den wir beim Kalb sowohl als beim Menschen gesehen haben, ist offenbar die Hauptursache der Empfindlichkeit des N. facialis.

*Nervus hypoglossus.*

Dieser Nerve gehört beim Ochsen, Hund, Schwein unter die gemischten Nerven mit doppelten Wurzeln, beim Menschen und den übrigen Säugethieren wahrscheinlich unter die in ihrem Ursprung bloss motorischen Nerven, welche in ihrem Verlauf sensible Fasern aufnehmen. Hauptsächlich ist dieser Nerve motorisch, wie aus meinen Versuchen an Kaninchen hervorgeht. Froriep's *Not.* 647. Wenn man nämlich den N. hypoglossus zerrt, quetscht oder mit einem einfachen Plattenpaar galvanisirt, entstehen die heftigsten Zuckungen in der ganzen Zunge bis an die

Spitze. Magendie hat dasselbe auf eine andere Art erwiesen. Die Section des N. hypoglossus an einem lebenden Thiere paralysirte nämlich die Bewegungen der Zunge. Dieser Nerve ist also die Ursache der Schlingbewegungen der Zunge und der articulirten Sprachbewegungen, so weit sie von der Zunge abhängen. Seine Wirksamkeit dehnt sich aber nicht bloss auf die Zunge aus, er ist auch der Nerve der grossen Kehlkopfmuskeln. Die Vögel und die höheren Amphibien (Schildkröten) haben noch einen Nervus hypoglossus. Bei den Fröschen geht er mit einem Aste des Nervus vagus zur Zunge. Bei den Fischen fehlt er.

Dass der N. hypoglossus auch Sensibilität besitzt, behaupten Desmoulins und Magendie, indem er, gezerrt bei Hunden und Katzen Schmerz verursache. Bei Hunden kann diess von der hier vorhandenen kleinen hintern Wurzel desselben herrühren. Bei der Katze hat Mayer diese hintere Wurzel nicht gefunden; hier kann die Sensibilität desselben von Empfindungsfasern herrühren, die er von anderen Nerven auf seinem Verlaufe aufnimmt, wohin die Verbindungen desselben mit dem Ganglion im Stamm des Nervus vagus und mit dem ersten Halsnerven zu rechnen sind.

So weit gehen die Untersuchungen über die motorischen und sensibeln Eigenschaften der Gehirnnerven. Ehe wir die Cerebrospinalnerven verlassen, muss ich eine Bemerkung über die Empfindlichkeit der Muskeln machen. Man muss sich nicht vorstellen, dass diese Theile unempfindlich sind, weil sie vorzugsweise motorische Fasern erhalten; alle Muskeln besitzen einen gewissen, wenn auch geringen Grad von Empfindlichkeit, wodurch ihre Zusammenziehungen, die Intensität derselben und daher das Gewicht und der Widerstand der Körper, die unsere Bewegungen in Anspruch nehmen, endlich die Müdigkeit der Muskeln zum Bewusstseyn kommen. Diese Empfindungen müssen von einem gewissen Antheil von Empfindungsfasern herrühren, die in die Muskeln mit den motorischen Fasern übergehen. Eine eigene Schwierigkeit liegt nun in dem Umstand, dass auch einige Muskeln Empfindlichkeit besitzen, welche bloss motorische Nerven erhalten, wie die Augenmuskeln, von deren Nerven uns keine Verbindungen mit sensibeln Nerven bekannt sind. Jedermann ist bekannt, dass heftige Bewegungen in den Augenmuskeln mit dem Gefühl einer unangenehmen Spannung in denselben begleitet sind. Wenn man nun auch annehmen wollte, dass bei der Verbindung der kurzen Wurzel (a N. oculomotorio), und der langen Wurzel (a N. nasali, Zweig des ersten Astes vom N. trigeminus) zum Ganglion ciliare nicht bloss Fasern dieser Nerven in die Ciliarnerven übergehen, sondern auch Empfindungsfasern von der langen Wurzel des Ganglion ciliare in die kurze Wurzel zum untern Ast des N. oculomotorius, und rückwärts zum obern Ast übergingen, so würde man doch noch keine Empfindungsfasern im N. trochlearis und abducens haben. Man muss daher annehmen, dass es noch feinere, noch unbekannte Verbindungen der drei Muskelnerven der Augenhöhle mit dem

ersten Ast des N. trigeminus gebe (wie ich einmal eine solche ganz feine Verbindung zwischen dem ersten Ast des N. trigeminus und N. trochlearis fand), oder dass diese Nerven trotz dem, dass sie nur eine einfache ganglienlose Wurzel haben, doch einige Empfindungsfasern vom Gehirn her schon enthalten. Diese Nerven verdienen bei dem jetzigen Zustande unserer Wissenschaft eine grosse Aufmerksamkeit.

## *III. Capitel.* Von den Eigenschaften des Nervus sympathicus.

Die Kenntniss der verschiedenen Kräfte des N. sympathicus lässt sich in folgende Sätze zusammenfassen.

1) *Der Nervus sympathicus hat Empfindung.* Einige Beobachter haben diesem Nerven die Fähigkeit, Empfindungseindrücke zu leiten, abgesprochen. Bichat hat das Ganglion coeliacum des Hundes mechanisch und chemisch gereizt, ohne Schmerz zu erregen. Dupuy schnitt den Thieren das Ganglion cervicale inferius, ohne dass sie Schmerz empfanden, aus. Auch Wutzer konnte an den Lendenknoten eines Hundes keinen Schmerz erregen. *De gangl. fabrica. Berol.* 1817. Damit stimmen auch die Beobachtungen von Magendie und Lobstein überein. Dagegen hat Flourens bei solchen Versuchen immer mehr oder weniger deutliche Zeichen des Schmerzes beobachtet. *Versuche über das Nervensystem. p.* 181. Brachet sah bei seinen Versuchen bald Schmerzensäusserungen, bald nicht. *Recherches sur les fonctions du syst. nerveux ganglionaire. Paris* 1830. *p.* 307. Auch Mayer hat beobachtet, dass beim Durchschneiden des Ganglion cervicale supremum, so wie bei Reizung des Plexus solaris, die Thiere deutliche Schmerzensäusserungen von sich gaben. *Act. nat. cur. XVI. p.* 2. Diesen letzteren Naturforschern muss ich nach meinen Beobachtungen durchaus beistimmen. Ich sah nicht allein mehrmals bei mechanischer und chemischer Reizung des Ganglion coeliacum bei Kaninchen deutliche Zeichen des Schmerzes, sondern habe auch bei den mit Dr. Peipers angestellten, p. 566. erwähnten Versuchen beim Unterbinden der Nierennerven immer ganz deutliche Zeichen eines lebhaften Schmerzes beobachtet. Man begreift nicht, wie verdienstvolle Männer, wie noch neulich Arnold, dem N. sympathicus die Fähigkeit, Empfindungen zum Bewusstseyn zu bringen, absprechen konnten, da doch die krankhaften Empfindungen der von diesem Nerven versehenen Eingeweide zu sehr den Beweis des Gegentheils führen. Ich muss E. H. Weber vollkommen beistimmen, wenn er sagt: ich meines Theils halte die alltäglichen Beobachtungen über die Schmerzen in diesen Theilen, welche unempfindlich seyn sollen, für beachtenswerther als jene Experimente. Hildebrandt's *Anatomie.* 3. 355. Gleichwohl sind die Empfindungen in den vom Nervus sympathicus versehenen Theilen ungleich schwächer und dunkler als in allen anderen Theilen; denn wir empfinden selten die sehr kalt oder heiss genossenen Speisen im

Magen, oder eben so wenig bringen heftige Reize der äussern Haut, wie Senf, Meerrettig etc., in diesen Theilen Empfindungen hervor, und nur sehr heftige Eindrücke können die ganze Empfindungskraft dieser Theile so stark, wie in anderen Organen aufregen, was man durch die REIL'sche Hypothese erklärt hat, dass die Ganglien des N. sympathicus die Natur eines Halbleiters haben, gewöhnlich die Leitung schwächerer Eindrücke verhindern, und nur bei grosser Intensität der Reizung die Leitung zulassen. Obgleich diese Ansicht sich nicht streng beweisen lässt, so scheint doch eine Beobachtung von BRACHET (a. a. O. p. 307.) dafür zu sprechen. BRACHET will nämlich an einem lebenden Schaf die Ganglia thoracica des N. sympathicus gereizt haben. Er durchschnitt die Rippenknorpel der rechten Seite, ziemlich nahe am Brustbein, hielt die Lunge gegen das Sternum und erkannte nun die Ganglia thoracica des N. sympathicus zu den Seiten der Wirbelsäule. BRACHET beobachtete keine Schmerzenszeichen, wenn er die Ganglien des N. sympathicus oder den Grenzstrang zwischen diesen Ganglien stach; als er aber einen Ramus communicans des N. sympathicus mit einem Spinalnerven reizte, entstanden deutliche Schmerzenszeichen, was er in wiederholten Versuchen wiedersah. Auch beobachtete derselbe, dass Ganglien, welche anfangs unempfindlich schienen, durch öftere Reizung empfindlich wurden.

2) *Der Nervus sympathicus besitzt motorischen, aber unwillkührlichen Einfluss auf die von ihm versehenen Theile.* Da die Zusammenziehungskraft der Muskeln, wie aus meinen und STICKER's Versuchen hervorgeht, von ihrer Wechselwirkung mit den Nerven abhängt, einige Zeit nach der Durchschneidung ihrer Nerven, wenn diese unverheilt sind, so gut wie die Nervenreizbarkeit vergeht, so folgt, dass auch die Zusammenziehungen der unwillkührlichen Muskeln unter der Herrschaft der Nerven stehen müssen, und nicht wie HALLER glaubte, ihnen als Muskel selbst eigen sind. Wir besitzen auch einige directe Beweise vom motorischen Einfluss des N. sympathicus auf die Muskeln. A. v. HUMBOLDT hat durch Galvanisiren der N. cardiaci bei Säugethieren Bewegungen des Herzens hervorgerufen. Da diese Versuche noch mit dem einfachen galvanischen Reize angestellt waren, so haben dieselben allerdings einen hohen Werth. Auch BURDACH sah Verstärkung des Herzschlages eines getödteten Kaninchens, als er das Halsstück des sympathischen Nerven oder das untere Halsganglion armirte. *Physiol.* 4. 464. Ebenderselbe hat bei einem getödteten Kaninchen durch Betupfen des sympathischen Nerven mit caustischem Kali oder ätzendem Ammonium den Herzschlag wieder beschleunigt, was mir nicht gelingen wollte. WUTZER sah, als er das zweite Ganglion lumbare, das durch untergelegtes Glas isolirt war, durch die Pole einer Säule armirte, alle Theile des Unterleibes und selbst die Schenkelmuskeln dieser Seite in Zittern gerathen (a. a. O. p. 127.), und ich selbst sah, als ich den N. splanchnicus eines Kaninchens durchschnitt, das peripherische, mit dem Darmkanal verbundene Stück auf einer Glasplatte isolirte, und mit einer Säule von 65 Plattenpaaren

armirte, die peristaltischen Bewegungen des ganzen Darms lebhafter werden, und als sie schon aufgehört hatten, sich wieder erneuern.

Die letzten Versuche von WUTZER und mir beweisen eigentlich nicht viel und sind fehlerhaft, weil die galvanische Action zu stark war; in diesem Fall kann das galvanische Fluidum durch einen Nerven als durch einen blossen nassen Leiter bis zu dem beweglichen Theile, dem Darm, fortgepflanzt werden, und es ist eben so gut, als wenn man den Darm selbst galvanisirt hätte. In WUTZER's Fall sprang sogar das galvanische Fluidum, nicht das Nervenprincip, auf die Schenkelnerven oder den Plexus lumbalis und sacralis über.

3) *Der Nervus sympathicus besitzt organischen Einfluss; er beherrscht die Ernährung und Absonderung.* Alle Blutgefässe werden von Zweigelchen des N. sympathicus verfolgt; diese Zweige müssen einen wichtigen Einfluss auf den Stoffwechsel haben. Gleichwohl besitzen wir nur einige directe Erfahrungen über diesen Einfluss. PETIT beobachtete nach Durchschneidung des N. sympathicus am Halse ein Trübwerden der Augen, was nach v. POMMER's Versuchen keine wesentliche Erscheinung ist. Dagegen sahen DUPUY, DUPUYTREN und BRESCHET bei Pferden, denen sie den obersten Halsknoten weggenommen, Augenentzündung, gänzliche Abmagerung und Hautwassersucht an den Extremitäten, und einen allgemeinen Hautausschlag (*Journal de méd. T.* 37.) und MAYER sah nach Unterbindung des N. sympathicus zuweilen eine heftige Augenentzündung entstehen. Man kann hieher auch die p. 566. angeführten Beobachtungen von PEIPERS und mir rechnen, wo nach Unterbindung der Nierennerven in der Regel alle Absonderung aufhörte und die Niere erweichte. Diese Thatsache ist hier um so wichtiger, als man bei Unterbindung der N. renales den einzigen Fall hat, die sämmtlichen Nerven eines Organes wegzunehmen, während sonst die Durchschneidung eines Nerven nur einen Theil des Nerveneinflusses aufhebt, indem die mit den Blutgefässen zu einem Theile hingehenden Nerven noch unversehrt sind. Ob die Cerebrospinalnerven auch einen organischen Einfluss auf die Ernährung der Theile ausüben können, ist noch unbekannt. Die hiefür aufzuführenden Thatsachen (siehe oben p. 355. 451.) lassen sich auch so erklären, dass die Cerebrospinalnerven auch organische Fasern vom N. sympathicus enthalten, was wenigstens von einigen ganz gewiss ist.

Es entsteht nun die Frage, ob in dem N. sympathicus nur einerlei Art Fäden enthalten sind, und ob diese zur Ernährung, Empfindung und Bewegung gleich tauglich sind, indem sie Empfindungsactionen erregen, insofern sie auf das Gehirn wirken, Ernährungsactionen und Bewegungsactionen, insofern sie in peripherischer Richtung thätig sind. Diess ist an sich schon unwahrscheinlich. Es würde dann nämlich jede Reizung der Absonderung im Darmkanal auch mit vermehrter Bewegung, jede vermehrte Bewegung mit vermehrter Absonderung verbunden seyn. Es wird daraus schon vorläufig wahrscheinlich, dass auch im N. sympathicus Empfindungs- und Bewegungsfasern enthalten

sind, ja dass er sogar noch eine dritte Art, nämlich organische Fasern zur Regulirung der chemischen Processe enthält. Um diese Frage genauer zu beantworten, müssen wir den Zusammenhang des N. sympathicus mit den Empfindungs- und Bewegungsnerven genauer erwägen.

Der Nerv. sympathicus nimmt Nervenfasern und wahre Wurzeln von allen Rückenmarksnerven und von einem Theile der Hirnnerven auf. Nimmt man die drei grossen Sinnesnerven, den N. olfactorius, opticus, acusticus, die man als Fortsätze des Gehirns betrachten kann, aus, so giebt es vielleicht keinen einzigen Nerven, mit welchem der N. sympathicus nicht in Verbindung stände, und wenn die Verbindung mit zwei Augenmuskelnerven noch nicht bekannt sind, so ist es doch nicht wahrscheinlich, dass sie hier fehlt. Pauli will eine Verbindung des N. sympathicus mit dem N. trochlearis gefunden haben (Mueller's *Archiv für Anat. und Physiol.* 1834. *p.* 191.); mittelbar, nämlich durch das Ganglion ciliare, steht wenigstens auch der N. oculomotorius mit dem N. sympathicus in Verbindung. Verschmelzende Verbindungen des N. sympathicus mit den grossen Sinnesnerven halte ich nicht für erwiesen. Die von Tiedemann beobachteten sympathischen Fäden an der Arteria centralis retinae (vergl. oben p. 335.) können nicht als Verbindungen mit der Retina betrachtet werden, sondern begleiten hier wie sonst die Blutgefässe, und liegen bloss der Retina sehr nahe.

Die Frage, was man als Wurzeln des N. sympathicus und was als Verbindungen desselben zu betrachten habe, ist schwierig zu lösen; aber wir stehen, bei dem jetzigen Zustande der microscopischen Anatomie der Nervenverbindungen, der Lösung dieser Frage näher als jemals. Man kann mit der grössten Wahrscheinlichkeit alle Verbindungen des N. sympathicus mit den Rückenmarksnerven bei ihrem Austritt aus dem Rückgrath als Wurzeln des N. sympathicus ansehen; diess sind nämlich keine wahren Verbindungen, sondern es geht hier ein Theil der vom Rückenmark kommenden Fasern der Rückenmarksnerven in den N. sympathicus über; diese Fasern haben eigentlich gar keine Beziehung zum Rückenmarksnerven, sondern es ist die sogenannte Wurzel eines Rückenmarksnerven vielmehr die gemeinsame Wurzel dieses Nerven und des Nervus sympathicus; man kann sich davon bald durch Untersuchung einer solchen Stelle überzeugen, indem man sieht, dass der grösste Theil der Fasern des sogenannten Ramus communicans nervi sympathici Fortsetzungen sind der in der Wurzel des Rückenmarksnerven schon enthaltenen Fasern. Von den Verbindungen des Nerv. sympathicus mit den Gehirnnerven sind noch so wenige untersucht, dass mir fast so gut wie kein Material zur Entscheidung jener Frage vorhanden zu seyn scheint: was nämlich Wurzel des N. sympathicus, und was blosse Verbindung mit den Gehirnnerven ist. Unter denjenigen Nerven, welche ganz oder zum Theil Wurzelfäden vom Gehirn zu dem N. sympathicus leiten, scheinen mir vorzüglich der N. abducens, trigeminus, vagus, hypoglossus (vielleicht auch glossopharyngeus) zu nennen; obgleich ich

gestehe, dass hier microscopische Untersuchungen weiter angestellt werden müssen.

Nun fragt sich, ob der N. sympathicus durch seine Wurzeln zugleich motorische und sensible Fäden vom Rückenmark und Gehirn erhalte. Nach SCARPA's und WUTZER's früheren Untersuchungen verbindet sich der N. sympathicus mit jeder der beiden Wurzeln der Rückenmarksnerven, und erhielte also nach den oben mitgetheilten Ansichten sowohl motorische als sensible Fasern, wie er nach den von ihm beherrschten Functionen der Eingeweide haben muss. Die Empfindlichkeit ist zwar in den vom N. sympathicus versehenen Organen nicht sehr stark, aber entschieden vorhanden, nur dunkel und in Hinsicht des Ortes nicht deutlich und umschrieben, kann aber in Krankheiten eben so lebhaft und bestimmt werden, als in allen anderen Theilen. Die vom N. sympathicus versehenen Eingeweide sind übrigens nur unwillkührlich beweglich. Dieser letztere Umstand hat SCARPA in der neuern Zeit verleitet, dem N. sympathicus allen motorischen Einfluss abzusprechen, und die Ursache der Bewegungen der unwillkührlich beweglichen Theile, allein in diesen Theilen selbst zu suchen. Diese Ansicht gründete sich besonders auch auf neue Beobachtungen von ihm über den Ursprung des N. sympathicus, welchen er bloss von den hinteren Wurzeln der Rückenmarksnerven ableitet. SCARPA *de gangliis nervorum deque essentia nervi sympathici, ann. univ. de medicina.* 1831. Dieser grosse Anatom hat ein Beispiel gegeben, wie man im Alter nicht gegen die Fortschritte der Wissenschaft eingenommen seyn sollte (Einige antiquiren sich schon vor dem Alter); SCARPA hat gerade in seiner letzten Schrift den lebendigsten Antheil an der grossen Umgestaltung der Nervenphysiologie gezeigt; aber in Hinsicht jener Behauptung von dem Ursprung der Rückenmarksnerven hatte ihn die Schärfe seiner Sinne verlassen. Untersuchungen von mir (MECKEL's *Archiv.* 1832. *p.* 85.), RETZIUS (ebend. p. 260.), MAYER (*Nov. act. XVI. p.* 2.) und WUTZER (MUELLER's *Archiv*, 1834. *p.* 305.) haben nämlich erwiesen, dass die frühere Darstellung von WUTZER über den Ursprung des N. sympathicus von beiderlei Wurzeln der Rückenmarksnerven die ganz richtige war. MAYER hat sogar die dem N. sympathicus angehörenden Fasern an den Wurzeln der Rückenmarksnerven bis zum Rückenmark selbst verfolgt. Der N. sympathicus enthält also motorische und sensible Fasern. Obgleich in diesem Nervensystem eine grosse Verwirrung der Fasern herrscht, so ist es doch nicht sehr wahrscheinlich, dass gerade diese motorischen und sensibeln Fäden während ihres Verlaufes sich unter einander verbinden sollten, es ist vielmehr vor der Hand wahrscheinlicher, dass diese scheinbare Verwirrung nur eine complicirtere Verflechtung der Primitivfasern ist.

Aber es entsteht nun die wichtige Frage, ob eine Gattung dieser Fäden, oder beide, auch Regulatoren der Ernährung sind, welche der N. sympathicus offenbar in den von ihm versehenen Organe und vielleicht in allen Theilen beherrscht, oder ob es besondere organische Nervenfäden im N. sympathicus ausser den

motorischen und sensibeln Fäden giebt. Obgleich diess jetzt noch nicht definitiv bejaht werden kann, so ist es doch wahrscheinlich, denn die sympathischen Nerven zeichnen sich durch ihre graue Farbe aus; gleichwohl ist der Grenzstrang des N. sympathicus noch etwas weisslich und ist jedenfalls nicht so grau als die grauen Fäden aus den Abdominalganglien. Es scheint daher als bestände der N. sympathicus aus motorischen und sensiblen Fasern, zu welchen noch eine andere Art von Fasern von grauer Farbe, organische Fasern, hinzugekommen wären. Dieser Unterschied von verschiedenen Fasern im N. sympathicus wird auch deswegen wahrscheinlich, weil so wie der Nervus sympathicus motorische und sensible Fasern zu enthalten scheint, so auch die Cerebral- und Spinalnerven (einige wenigstens ganz deutlich) graue organische Fasern vom N. sympathicus eingewebt enthalten. Man wird unwillkührlich zu dieser Ansicht hingetrieben, wenn man die merkwürdigen und nicht genug zu beachtenden Beobachtungen von Retzius (*Isis* 1827.) über die im N. trigeminus des Pferdes, namentlich im zweiten Ast vom Ganglion sphenopalatinum aus enthaltenen grauen sympathischen Fasern kennt, graue Fasern, welche sich ganz deutlich unterscheiden lassen, graue Knötchen innerhalb des Nervenstammes bilden, und sich sowohl über den zweiten Ast hin und in demselben bis in die Nervi nasales und die Nasenschleimhaut, als auch nach aufwärts bis in die Orbita und zum Ganglion ciliare verfolgen lassen. Ich habe die von Retzius beobachteten gangliösen Nerven beim Ochsen aufgesucht, wo sie leicht zu finden sind und auf der innern Seite des zweiten Astes mehrere kleine Ganglien bilden, die mit dem Ganglion sphenopalatinum und dem N. vidianus zusammenhängen, und zu den zur Nase und zum Gaumen gehenden Nerven vorzüglich gehören. Beim Ochsen giebt der Ramus profundus nervi vidiani, deutlich vom N. sympathicus kommend, sowohl Fasern zum Ganglion sphenopalatinum, als viele fortlaufende Zweige in die Nasen- und Gaumennerven selbst, und hier kann man deutlich sehen, dass dieser Nerve nicht vom N. trigeminus entspringt, sondern als ein organischer Nerve vom Nerv. sympathicus kömmt und sich mit seinen Fasern in peripherischer Verbreitung den Zweigen des zweiten Astes anschliesst. Diess ist hier so deutlich, dass gar kein Zweifel darüber seyn kann. Dieser Nerve ist überdiess graulich; er ist also keine Wurzel des N. sympathicus, die mit dem N. trigeminus vom Gehirn ab und vom Ganglion sphenopalatinum aus zum N. sympathicus ginge, sondern es ist ein Fascikel organischer Nervenfasern vom N. sympathicus, und zur peripherischen Einmischung in den zweiten Ast des N. trigeminus bestimmt. Arnold hält den Ramus superficialis nervi vidiani, der ein besonderer Nerve und nicht blosser Ast ist, für einen wirklichen Abgang vom zweiten Ast des N. trigeminus und eine Beimischung zum N. facialis. Beim Ochsen sieht man auch leicht, dass sich auch organische Fasern in den ersten Ast des N. trigeminus einmischen, nämlich von demjenigen Theil des N. sympathicus, der sich mit dem N. abducens verbindet. Dieser Theil schickt auch ein ganzes dickes Fascikel

organischer Fasern unterhalb des Ganglion Gasseri in den zweiten Ast. Der Ramus buccinatorius vom dritten Ast des N. trigemin. erhält beim Ochsen ein ganzes Fascikel grauer organischer Fasern vom Ganglion oticum. Wenn sich diese vorläufig bloss theoretischen Ansichten bestätigen sollten, so dürfte man den N. sympathicus nicht mehr als ein den Eingeweiden und unwillkührlich beweglichen Theilen bloss bestimmtes System betrachten, sondern man müsste annehmen, dass die grauen Fasern des N. sympathicus eben so in die übrigen oder Cerebrospinalnerven eingreifen, und zur Ernährung auch der von ihnen versehenen Theile bestimmt sind, als der N. sympathicus hinwieder auch motorische und sensible Fasern des Cerebrospinalsystems zu den Eingeweiden hinleitet. Vorläufig kann man sich an die oben erwähnten Beispiele halten, dass nämlich zu der Nasenschleimhaut sensitive Fasern vom zweiten Ast des N. trigeminus und die von Retzius beobachteten organischen Fasern hingehen, und an den Ciliarnerven vom Ganglion ciliare hat man sogar ein Beispiel von Association von sensitiven Fasern des N. trigeminus (radix longa a nervo nasali), von motorischen Fasern (radix brevis a nervo oculomotorio) und von organischen Fasern vom N. sympathicus. Wahrscheinlich würde man die Knoten des N. sympathicus als dem organischen Theil dieses Nerven vorzugsweise angehörend betrachten müssen. Vergleicht man mit diesen Ansichten Ehrenberg's Beobachtungen, dass in den Ganglien des N. sympathicus innerhalb der grauen Masse varicöse Hirnnervenröhren neben einfachen cylindrischen Nervenfäden durch einander liegen, so erhält die eben vorgetragene Ansicht noch einige Wahrscheinlichkeit mehr. Weiter kann man vor der Hand nicht gehen. Ueber diesen Gegenstand hat ein neuerer talentvoller Schriftsteller van Deen (*de differentia et nexu inter nervos vitae animalis et organicae. Lugd. Bat.* 1834.) ausführlicher gehandelt.

---

## *III. Abschnitt.* Von der Mechanik des Nervenprincips.

(Nach eigenen Untersuchungen.)

Unter *Mechanik* des Nervenprincips versteht man hier dasselbe, was unter Mechanik des Lichts in der Physik verstanden wird, nämlich die Gesetze, nach welchen die Leitung der Wirkung in den Nerven erfolgt, oder die Lehre von der Bewegung des Nervenprincips. Ob bei der Wirkung der Nerven von einer Stelle zur andern mit unmessbarer Geschwindigkeit eine imponderable Materie den Nerven durchströme, und in dem abgeschnittenen Nerven selbst durch Reiz entladen den Nerven durchströme, oder ob die Wirkung des Nervenprincips bloss eine

vom Gehirn oder durch einen Reiz im Nerven erregte Oscillation, Schwingung des schon darin vorhandenen imponderabeln Nervenprincips ist, ist jetzt noch ungewiss," und eben so wenig ganz bestimmt zu beantworten als dieselbe Frage von dem Lichte, ob nämlich die Emanations- oder Undulationstheorie richtig sey. Die Gewissheit darüber ist vor der Hand für das Studium der Mechanik des Nervenprincips eben so wenig nöthig, als die Erkenntniss der Mechanik des Lichtes bei der Reflexion, Refraction u. s. w. von der Entscheidung der Richtigkeit einer jener beiden Theorien abhängig war. Wir werden übrigens diese Frage im vierten Capitel dieses Abschnittes untersuchen.

Bei der Vergleichung der verschiedenen Theile des Nervensystems zeigen sich Conductoren und Motoren des Nervenprincips. Die Conductoren sind die Nerven, die Motoren die Centralorgane. Die Nerven zeigen sich indess nicht als blosse Conductoren, sie sind vom Gehirn getrennt, in der ersten Zeit immer noch Motoren und Conductoren zugleich, indem Reize auf sie angewandt sie zur Bewegung der Muskeln erregen; allmählig aber verlieren sie, vom Gehirn getrennt, die Fähigkeit, Motoren sowohl als Conductoren des Nervenprincips zu seyn. Stellt man sich den Nerven als Conductor vor, so kann man sich die Leitung auch wieder wie die Wirkung des Nervenprincips doppelt denken. Entweder wird das imponderable Fluidum der Nerven in einer gewissen Richtung durch den Conductor als ein Strom geleitet, oder es wird die Oscillation dieses Fluidums nur in den Nervenfasern angeregt. Die Schnelligkeit der Nervenwirkung ist entweder die Schnelligkeit der Leitung des imponderabeln Nervenfluidums vom Gehirn zu den peripherischen Theilen und umgekehrt, oder die Schnelligkeit, mit der eine vom Gehirn oder einer beliebigen Stelle des Nerven ausgehende Schwingung bis zu seinem peripherischen Ende und umgekehrt sich verbreitet. Welche von beiden Vorstellungen die richtige ist, ist für die Frage von Schnelligkeit der Nervenwirkung auch wieder gleichgültig.

Alle Versuche, die Schnelligkeit dieser Wirkung zu messen, beruhen auf keiner erfahrungsmässigen sichern Basis. Haller schrieb dem Nervensafte eine Geschwindigkeit von 9000 Fuss in der Minute; Sauvages von 32400, ein Anderer von 57600 Millionen Fuss in der Secunde zu. (Haller *Elem. IV. p.* 372.) Alexander von Humboldt sagte zur Zeit, als das galvanische Agens noch mit dem Agens der Nerven für identisch gehalten wurde, bei den längsten Leitungen ist es nie möglich gewesen einen Unterschied der Zeit zwischen der Entstehung der Muskelbewegung selbst und der 2—300 Fuss davon geschehenen Berührung der Muskel- und Nervenleiter zu bemerken. Da ich nun, sagt Humboldt, den vierten Theil einer Secunde noch sehr deutlich unterscheide, so ergiebt sich hieraus eine Geschwindigkeit von 1200 Fuss in einer Secunde. Man weiss jetzt, dass diese Berechnung nicht für die Schnelligkeit der Nervenwirkung, sondern für die Schnelligkeit der Leitung des galvanischen Fluidums gilt. Wir werden wohl auch nie die Mittel gewinnen, die Geschwindigkeit der Nervenwirkung zu ermitteln, da uns die

Vergleichung ungeheurer Entfernungen fehlt, aus der die Schnelligkeit einer dem Nerven in dieser Hinsicht analogen Wirkung des Lichtes berechnet werden kann. Neuerdings ist man auf eine Verschiedenheit der Beobachtung kleinster Zeittheile durch den Gehörsinn und Raumtheile durch den Gesichtssinn von Seiten der Astronomen aufmerksam geworden, welche Einigen wahrscheinlich machen könnte, dass die Schnelligkeit der Nervenwirkung zwischen verschiedenen Theilen des Nervensystems und selbst bei verschiedenen Individuen verschieden ist. Das Detail dieser Beobachtung ist von Herrn Nicolai, Director der Mannheimer Sternwarte, und durch Herrn Professor Treviranus bei der Versammlung der Naturforscher zu Heidelberg mitgetheilt worden. Es ist zu wichtig, als dass ich es nicht ganz erwähnen sollte.

„Ein sehr grosser Theil der astronomischen Beobachtungen besteht darin, dass man an einer Secundenuhr die Momente beobachtet, wenn ein Stern, vermöge der scheinbaren täglichen Umdrehung der Himmelskugel um ihre Achse, vor den Micrometerfäden eines feststehenden Fernrohrs vorübergeht. Der Raum, den ein Stern während einer ganzen Secunde im Fernrohr durchläuft, ist, zumal wenn dasselbe stark vergrössert, so bedeutend, dass man das Moment des Vorüberganges des Sterns vor dem Micrometerfaden nicht etwa auf eine halbe oder drittel Secunde, sondern bei einiger Uebung und bei günstigem Zustande der Luft selbst bis auf $\frac{1}{10}$ Secunde anzugeben vermag. Zu diesen Beobachtungen werden mithin zu gleicher Zeit zwei Sinne in Requisition gesetzt, das Gesicht und das Gehör. Während man mit dem Auge das stetige Fortrücken des Sterns im Fernrohr verfolgt, bemerkt das Ohr die einzelnen Secundenschläge der nebenstehenden Pendeluhr. Zum Behuf der oben angezeigten genauen Taxation des wirklichen Vorüberganges des Sterns vor dem Micrometerfaden bemerkt man sich, wenn der Stern bereits nahe an den Faden gerückt ist, diejenige Entfernung, die er bei einem gewissen Secundenschlag noch diesseits vom Faden hat, und eben so diejenige, die bei dem nächst folgenden Secundenschlag bereits jenseits des Fadens stattfindet. Aus der Vergleichung der Grösse dieser beiderseitigen Abstände lässt sich sodann mit grosser Schärfe das wahre Moment des Vorüberganges des Sterns vor dem Faden, oder der jedesmalige Bruchtheil der Secunde, in welchem der Sternübergang erfolgt ist, angeben. Bereits vor einigen Jahren bemerkte der berühmte Director der Königsberger Sternwarte, Herr Professor Bessel, dass er das Moment des Appulses eines Sterns an die Fäden des Fernrohrs merklich anders angab, als seine Mitbeobachter. Die Aufmerksamkeit auf diesen Gegenstand verdoppelte sich also, und es wurde zum Zweck einer nähern Untersuchung desselben eine eigene Reihe von Beobachtungen angestellt. Der Erfolg war aber, dass Bessel immer andere Momente angab, als seine Mitbeobachter, und diese wieder unter sich mehr oder weniger von einander differirten, während die Resultate eines jeden einzelnen Beobachters ganz vortrefflich harmonirten. Auch ich sagt Nicolai, habe bis jetzt

zweimal Gelegenheit gehabt, hierüber Untersuchungen anzustellen. Im Frühling 1827 hatte ich das Vergnügen eines Besuchs von Herrn Professor Knorre, Director der Kaiserlichen Sternwarte zu Nicolajef. Sein Aufenthalt in Mannheim wurde sogleich benutzt, um gemeinschaftliche Beobachtungen anzustellen. Es ergab sich aus der Vergleichung unserer Resultate mit grosser Schärfe, dass Herr Knorre um die beträchtliche Grösse einer halben Secunde die wahren Beobachtungsmomente später angab als ich. Vor wenigen Wochen habe ich diesen interessanten Versuch mit einem andern geschickten Beobachter, dem durch mehrere astronomische und mathematische Arbeiten bereits auf das rühmlichste bekannten Herrn Thomas Clausen aus Dänemark wiederholt. Es fand sich, dass dieser um $\frac{1}{3}$ Secunde die Beobachtungsmomente später angab als ich. Bei anderen Beobachtern sind diese Unterschiede noch viel grösser; so steigt z. B. die Differenz der Angaben zwischen den Professoren Bessel und Knorre bis auf die enorme Grösse von einer ganzen Secunde, um welche dieser die Momente später angiebt als jener. Ueberhaupt sind bisher über diese Merkwürdigkeit von mehreren Beobachtern so viele sichere Proben angestellt worden, dass das Factum selbst über allen etwanigen Zweifel weit erhaben ist." *Isis* 1830. *p.* 678.

Nicolai behauptet, dass diese merkwürdige Erscheinung nicht anders als durch eine Verschiedenheit in der Schnelligkeit der Wirkung vom Auge zum Bewusstseyn und vom Ohr zum Bewusstseyn erklärt werden könne. Nimmt man nämlich an, dass bei vereinigter und auf denselben Gegenstand gerichteter Thätigkeit dieser beiden Sinne ein solches Individuum früher sieht als es hört; dass dagegen bei einem andern Individuum beide Reflexe in einem minderen Grade verschieden, oder zu gleicher Zeit, oder selbst in umgekehrtem Sinne, d. h. das Sehen später als das Hören erfolgen, so erklärt sich die Erscheinung vollkommen und ungezwungen. Es würde aber daraus die wichtige Folgerung hervorgehen, dass die Wechselwirkung zwischen Sinnesorganen und dem Bewusstseyn nicht völlig momentan ist. Aus diesen Erscheinungen liesse sich hoffen, dem Problem von der Schnelligkeit der Nervenwirkung näher zu kommen, wenn nicht noch eine ganz andere Erklärung derselben möglich und sogar wahrscheinlicher wäre. Es ist bekannt, dass das Bewusstseyn nicht leicht zweierlei Empfindungen mit gleicher Intensität der Aufmerksamkeit haben kann, und dass das Bewusstseyn, wenn mehrere Empfindungen zu gleicher Zeit stattfinden, entweder nur einer oder abwechselnd verschiedenen die Aufmerksamkeit zuwendet. Wenn daher zu gleicher Zeit etwas gehört und mit dem Gesicht observirt werden soll, so ist es unvermeidlich, dass nicht zuerst gehört und dann gesehen wird. Der Zeitunterschied zwischen zweierlei bewussten Empfindungen ist aber bei verschiedenen Menschen verschieden, wie denn Manche viel zu gleicher Zeit empfinden und merken, Andere aber hierzu eine merkliche Zeit nöthig haben.

Die Zeit, in welcher eine Empfindung von den äusseren

Theilen auf Gehirn und Rückenmark, und die Rückwirkung auf die äusseren Theile durch Zuckungen erfolgt, ist auch unendlich klein und unmessbar. Wenn man Frösche mit Opium oder Nux vomica vergiftet, so werden sie zuerst so ungeheuer sensibel, dass die geringste Berührung der Haut eine Zuckung am ganzen Rumpfe erregt. Hier erfolgt die Wirkung von der Haut zuerst auf das Rückenmark, und vom Rückenmark auf alle Muskeln. Dennoch ist es mir unmöglich gewesen, den geringsten Zeitunterschied zwischen der Berührung und den Zuckungen zu bemerken.

## *I. Capitel.* Mechanik der motorischen Nerven.

### I. Von den Gesetzen der Leitung des Nervenprincips in den Bewegungsnerven.

*I. Die motorische Kraft wirkt in den Nerven nur in der Richtung der zu den Muskeln hingehenden Primitivfasern, oder in der Richtung der Verzweigung des Nerven und niemals rückwärts.* Es ist eine allgemein bekannte Erfahrung, dass, wenn man einen Muskelnerven reizt, die Zuckung in keinem andern Muskel eintritt, als in welchem sich der Nerve verzweigt. Reizt man einen Nervenstamm caustisch, mechanisch, electrisch oder durch unmittelbare Anwendung beider galvanischen Pole auf den Nerven, so zucken die Muskeln aller Nervenzweige des gereizten Stammes, und niemals ein anderer Muskel. Man kann daher auch niemals durch unmittelbare caustische, mechanische oder galvanische Reizung eines Nerven durch beide Pole Zuckungen in Muskeln erregen, welche von Nervenzweigen abhängig sind, die über der gereizten Stelle vom Stamme abgehen. Nie erfolgt eine Spur einer Zuckung in den Muskeln des Oberschenkels, wenn man den untern Theil des N. ischiadicus reizt, wo er die Aeste für die Oberschenkel schon abgegeben hat. Es ist daher eine sichere Thatsache, *dass die motorische Kraft der Nerven nur in der Richtung der Nervenzweige, niemals rückwärts wirkt.* Man kann zwar auch Zuckungen in allen Muskeln erregen, die in dem galvanischen Strome, oder deren Nerven in dem galvanischen Strome liegen, wenn man den einen galvanischen Pol auf den Nerven am untern Theile des Körpers, den andern Pol auf Muskeln der obern Theile applicirt, und dann zucken auch die Muskeln der obern Theile; allein diese Anwendungsart des Galvanismus ist, wie ich schon öfters bemerkte, durchaus verschieden von der unmittelbaren Reizung der Nerven durch beide Pole. Im letzten Fall wird nur der Nerve und seine motorische Kraft gereizt durch Anwendung eines galvanischen Stromes durch die Dicke des Nerven, und der Erfolg ist durchaus eben so, als wenn man den Nerven mechanisch reizt; im ersten Fall dagegen, wo viele andere Theile, Nerven und Muskeln in dem galvanischen Strom zwischen beiden Polen liegen, wird jeder Muskel und jeder Nervenzweig an seinem Ort von dem galvanischen Strome gereizt, und alle Muskeln zucken, die in dem galvanischen Strome liegen; auch

müssen die Muskeln zucken, die zwar nicht im galvanischen Strome liegen, deren Nervenstämme aber dem galvanischen Strome ausgesetzt sind. Es wiederholt sich also auch nur wieder diese constante Erfahrungsthatsache, dass ein unmittelbar auf jede Art gereizter Muskelnerve mit motorischer Kraft nur auf die Muskeln seiner Nervenäste wirkt, niemals aber auf die Nervenzweige zurückwirkt, die oberhalb der gereizten Stelle vom Nervenstamm abgehen.

*II.* Die zweite überaus wichtige Thatsache ist, *dass die mechanische oder galvanische Reizung eines Theiles eines Nervenstammes nicht die motorische Kraft des ganzen Stammes, sondern nur die des isolirt gereizten Theils in Anspruch nimmt,* so dass nicht alle Muskeln zucken, welche von dem Stamme Zweige erhalten, sondern nur diejenigen, welche von dem gereizten Theil eines Nervenstammes aus Zweige erhalten. Diese Versuche kann man, um an grösseren Nervenstämmen zu operiren, an Kaninchen machen. Man legt den N. ischiadicus gerade an seinem Austritt aus dem Becken bloss. Man kann dort leicht verschiedene Abtheilungen desselben mit der Nadel isolirt reizen, Abtheilungen, welche später erst aus dem Stamme sich als Aeste entwickeln. Man wird sich überzeugen, dass immer nur diejenigen Muskeln zucken, in welche sich der gereizte Theil des Nervenstammes verzweigt, nicht aber andere Muskeln des Ober- oder Unterschenkels. Um die kleinsten Zuckungen der Muskeln zu sehen, muss man vorher die Haut vom ganzen Bein bis zum Fuss an dem lebenden Thier abziehen. Als ich den Nerv. ischiadicus, ehe er sich in den Nervus peronaeus und tibialis theilte, in mehrere Bündel trennte und jedes dieser Bündel isolirt reizte, sah ich bei dem einen Bündel eine andere Zuckung in anderen Muskeln am Unterschenkel, als beim Reizen anderer Bündel, und so bewegten sich denn bald die Wadenmuskeln, bald streckten, bald beugten sich die Zehen. Ja ich konnte Zuckungen in verschiedenen Stellen der Wadenmuskeln bemerken, wenn ich den N. peronaeus in verschiedene Bündel abtheilte, und jedes dieser Bündel mit der Nadel reizte. Dasselbe sieht man bei galvanischen Versuchen mit unmittelbarer Reizung einzelner künstlich abgesonderter Bündel des Nervus ischiadicus beim Frosch.

Uebereinstimmende alltägliche Erscheinungen sind, dass, obgleich dieselben Nerven oft Aeste an vielerlei Muskeln geben, der Hirneinfluss sich doch auf die Aeste oder einzelnen Bündel eines Stammes, die zu einzelnen Muskeln gehen, isoliren kann. Diese Isolation erwirbt sich durch Uebung bei angeborenen Fähigkeiten in hohem Grade, dagegen ungewandte Menschen statt einzelner Muskeln immer ganze Muskelgruppen, die von denselben Nervenstämmen abhängig sind, zusammenziehen. Am deutlichsten zeigt sich diess bei den Gesichtsmuskeln.

*III. Ein Rückenmarksnerve, der in einen Plexus tritt und zur Bildung eines grossen Nervenstammes mit anderen Rückenmarksnerven beiträgt, theilt seine motorische Kraft nicht dem ganzen Stamme mit, sondern den Fasern, in welche er sich vom Stamme bis in die Zweige*

*fortsetzt.* Diess kann man durch sehr interessante Versuche beim Frosche beweisen.

Beim Frosch kann man die Spinalnerven einzeln reizen, welche zur Bildung des N. ischiadicus zusammentreten, ehe sie sich vereinigt haben. Man reizt sie einzeln entweder mechanisch mit der Nadel, oder galvanisch, indem man beide Pole auf den Nerven wirken lässt und einen galvanischen Strom durch die Dicke des Nerven gehen lässt, wobei man jeden Nerven, der zum Plexus beiträgt, von den übrigen auf einer Glasplatte isolirt. Man wird hierbei finden, dass beim Reizen der einzelnen Nerven, die zum N. ischiadicus zusammentreten, nicht gleiche Zuckungen in den Hinterbeinen erfolgen, sondern verschiedene, bei dem einen Nerven am Oberschenkel, bei dem andern am Unterschenkel oder am Fuss. Unter den drei Nerven, welche den Plexus der hinteren Extremität bilden, bewirkt der erste, gereizt, Zuckungen an der innern Seite des Oberschenkels, der zweite, der mit dem dritten den N. ischiadicus bildet, allein gereizt, Zuckungen der Muskeln des Oberschenkels und Unterschenkels, aber nicht des Fusses, der dritte Bewegungen des Oberschenkels, Unterschenkels und Fusses. Es geht also hieraus unwiderleglich hervor, dass die motorische Kraft der Nerven, die zum Stamme des N. ischiadicus zusammentreten, nur in besonderen Theilen dieses Stammes isolirt wirkt und auch nur auf besondere Aeste des N. ischiadicus motorisch wirkt, dass also die Fasern der Nerven einzelne isolirte motorische Wirkungen besitzen, wenn auch Bündel der Fasern in gemeinsamen Scheiden liegen, so wie der Plexus ischiadicus Bündel von Nervenfasern mit isolirten motorischen Wirkungen empfängt, aber auch in einer neuen Ordnung die Fasern mit motorischen Kräften in die Aeste wieder abgiebt. Die hier erwähnten Beobachtungen habe ich im Zusammenhang mit den übrigen in diesem Abschnitt anzuführenden Thatsachen schon vor einigen Jahren gemacht. Mit grossem Vergnügen finde ich in der Schrift von van Deen (*de differentia et nexu inter nervos vitae animalis et organicae. Lugd. Bat.* 1834.) eine Reihe sehr ingeniös angestellter Versuche über denselben Gegenstand beschrieben. Der Verf. beschreibt zuerst die Rückenmarksnerven des Frosches, die zu den Hinterbeinen gehen, genauer. Der erste geht zwischen 7 und 8 Wirbel aus und verbreitet sich in der Leistengegend in der Haut und den Muskeln, auch den Muskeln des Oberschenkels, N. inguinalis; der zweite geht zwischen 8. Wirbel und Os sacrum aus und verbindet sich mit dem dritten, der zwischen Os sacrum und Os coccygis ausgeht, zum Nerv. ischiadicus. Noch ein vierter Nerve geht durch ein kleines Loch im obern Dritttheil des Steissbeins aus, und verzweigt sich in der Haut des Dammes, N. pudendus. Der N. pudendus ist der dünnste, er besteht nur aus einer hintern Wurzel. Die drei ersten Nerven bilden einen Plexus zwischen Darmbein und Steissbein. Der N. inguinalis hängt durch ein sehr kurzes Verbindungsstück mit dem zweiten Nerven zusammen, so dass das Verbindungsstück meist vom zweiten kommend sich an den N. inguinalis anschliesst, selten vom N. inguinalis kommend sich an den zweiten N. anschliesst. Ferner verbindet

sich der ganze zweite Nerve der Extremität mit dem ganzen dritten Nerven; aus dieser Verbindung entsteht der N. ischiadicus, der sich sowohl an der Haut des Oberschenkels, Unterschenkels und Fusses, wie in den Muskeln dieser Theile, verzweigt. Der N. pudendus hängt durch einige Zweige mit dem N. ischiadicus zusammen. Der Verfasser durchschnitt jeden der in den Plexus tretenden Nerven einzeln, und fand, dass trotz der Verbindung dieser Nerven untereinander, doch verschiedene Muskeln gelähmt wurden. Nach Durchschneidung des N. inguinalis führte der Frosch noch alle Bewegungen mit den Beinen aus, mit Ausnahme der Anziehung des Oberschenkels zu dem Bauche. Nach Durchschneidung des zweiten Nerven vor dem Plexus hörte alle Bewegung der Muskeln des Oberschenkels und Unterschenkels auf, während die Bewegung am Fusse noch unversehrt blieb. Wurde der Verbindungszweig des N. inguinalis mit dem zweiten Nerven durchschnitten, so konnte der Frosch nicht mehr das Bein zum Unterleib anziehen; nach der Durchschneidung des N. inguinalis unter dieser Verbindung wurde dasselbe beobachtet. Wurde der N. ischiadicus von seinen beiden Wurzeln aus eingeschnitten oder der Länge nach getheilt, so war die Folge dieselbe, als wäre der ganze Stamm des N. ischiadicus durchschnitten worden, woraus van Deen schliesst, dass innerhalb der Verbindung beider Nerven eine Kreuzung der Nervenfasern beider Nerven stattfinde; denn es waren sowohl der Oberschenkel als Unterschenkel und Fuss gelähmt. Nach Durchschneidung des dritten Nerven, der die zweite Wurzel des N. ischiadicus bildet, war der Fuss (und Unterschenkel grossentheils) gelähmt. Durch Durchschneidung des zweiten Nerven oder der ersten Wurzel des N. ischiadicus hörte die Flexion und Extension des Oberschenkels auf, während die Bewegung am Fusse und untern Theile des Unterschenkels fortdauerte.

*IV. Alle motorischen Fasern wirken isolirt von den Stämmen der Nerven bis zu den letzten Verzweigungen.* Die übereinstimmende Untersuchung von Fontana, Prochaska, Prevost und Dumas, Ehrenberg, Wutzer und mir über den Bau der Nerven und das Verhalten der Primitivfasern, welche im ersten Abschnitt mitgetheilt worden sind, haben gezeigt, dass, so vielfach die Anastomosen der Nervenbündel untereinander sind, die Primitivfasern der Nervenbündel doch an keiner Stelle sich verzweigen, sondern parallel nebeneinander fortgehen, dass sie in den Plexus, Anastomosen ersten, zweiten und dritten Grades auch nicht communiciren, sondern nur in neuer Ordnung von den Scheiden zusammengefasst werden, dass, wo sich Nervenäste mit einander verbinden, die Primitivfasern sich auch nur in einer neuen Ordnung aneinander legen und vertheilen, sich aber nicht verbinden, und dass also die Primitivfasern aller Nervenzweige eines Stammes, die sich endlich in die feinsten Aeste entwickeln, schon in den Stämmen parallel nebeneinander enthalten sind, dass der Stamm eines Nerven nur das Ensemble von allen Primitivfasern ist, die sich einerseits mit dem Gehirn und Rückenmark verbinden, andrerseits in den Muskeln und der Haut entwickeln. Diess

Resultat der anatomischen Untersuchungen, welches wohl von allen Hirn- und Spinalnerven gilt und wovon vielleicht der Nervus sympathicus eine Ausnahme macht (was aber nicht erwiesen ist), ist von der unschätzbarsten Wichtigkeit für die Physiologie der Nerven. Nach meinen Beobachtungen habe ich nie eine Stelle eines Nerven oder eine Anastomose gefunden, wo die Primitivfasern sich mit einander verbunden oder verzweigt hätten, wenn die Bündel sich bloss mit ihren Scheiden verbinden; da ich nun sehr viel solcher einzelnen Stellen, die unter das Sehfeld eines einfachen Microscops gebracht werden können, ganz genau untersucht habe, so schliesse ich von dem Theil aufs Ganze, dass die Primitivfasern, welche an allen Stellen, die man untersucht, gleich parallel fortgehen, diess überhaupt vom Gehirn und Rückenmark zu den peripherischen Theilen thun.

Ich habe nun so eben in den vorhergehenden Erfahrungsgesetzen bewiesen, dass die Bündel der Primitivfasern, die in einen Stamm treten, in den Stämmen isolirt ihre Kräfte äussern ohne die übrigen Primitivfasern zu erregen; aber selbst einzelne Theile eines Muskels können sich isolirt zusammenziehen, wie die einzelnen Portionen der Flexores communes und des Extensor communis digitorum für die einzelnen Finger. Da aber alle Primitivfasern anatomisch geschieden sind, so folgt aus der Verbindung dieser anatomischen Thatsache mit der physiologischen, dass alle Primitivfasern in den Stämmen und Aesten in ihren motorischen Kräften isolirt sind. Die Reizung der Primitivfasern an ihrem Ursprung am Rückenmark und Gehirn muss daher isolirt in den gereizten motorischen Fasern fortwirken, und kann nur bestimmte Muskelgruppen, oder Muskeln, oder sogar Muskelstellen afficiren, wie auch die Erfahrung zeigt. Denn eine vom Gehirn und Rückenmark ausgehende Reizung bewirkt im Willen eine isolirte Reizung einzelner Muskeln, und wenn sie unwillkührlich ist und schwach wirkt, entsteht nicht eine schwache Zuckung eines ganzen Muskels, sondern oft ganz kleiner Muskelstellen am Augenlied, wie diess in der Geschichte der Hirn- und Rückenmarksirritation und Lähmung so häufig ist. Allein so sicher dieser Schluss ist, so lässt sich der Satz doch auch direct beweisen. Man präparire sorgfältig ohne Zerrung eines Nerven beim Frosch ein Fäserbündelchen des ganzen Schenkelnerven ab, und galvanisire es durch Anwendung beider Pole und der Kette auf dieses Bündelchen. Obgleich diess gegen die Schenkelmuskeln zu noch in den ganzen Stamm zu den übrigen Nervenfasern des ganzen Stammes tritt, so zucken doch nicht alle Muskeln des Schenkels, sondern es entsteht eine ganz geringe Zuckung an einer einzelnen Stelle der Wadenmuskeln, Zehenbeuger, Zehenstrecker, Fussmuskeln, welche wahrscheinlich von der Fortsetzung jener Fasern im Stamme versehen wird.

Zur Zeit als man die thierische Electricität noch für die Ursache der Nervenkraft hielt, musste man annehmen, dass die Nervenkraft auch über die Nerven in Distanz wirke, und A. von Humboldt und Reil haben diess bekanntlich bis zur Idee einer

Nervenatmosphäre ausgedehnt. Diess war dazumal sehr natürlich, denn so wie die Voraussetzung, so ist der Schluss. Ist die Nervenkraft electrisch und der Galvanismus ein physiologisches Phänomen, wie man anfangs glaubte, so sind auch die Zuckungen, welche zuweilen bei Anwendung des Galvanismus folgen, schon ehe man den Nerven oder Muskel mit dem zweiten Pole berührt, eine Wirkung der Nervenatmosphäre. A. v. Humboldt hat zuerst die Entdeckung gemacht, dass heterogene Metalle schon galvanisch reizen, wenn eins derselben in einer Entfernung von $\frac{5}{4}$ Linien dem Muskel oder dem Nerven nahe kommt. Jedem, der galvanische Versuche an Fröschen macht, wird diess bekannt seyn, ich habe es unzählige Male gesehen. A. von Humboldt hat auch gezeigt, dass die Leitung des galvanischen Stromes unter diesen Umständen von einem unmerklichen Verdampfen von Flüssigkeiten abhängt, dass sie sogleich aufhört, sobald keine unmerkliche Verdunstung stattfinden kann, und dass der Stimulus um so heftiger wirkt, je leichter und schneller das angewandte Fluidum verdampft, dass mit dem Anhauchen trockner Metallplatten, welche keine Reaction mehr hervorbringen, die galvanische Reizung sogleich erfolgt. Man musste dazumal, als man den Galvanismus für eine Lebensäusserung thierischer Theile hielt, diese für die Physik sehr wichtige Entdeckung in Hinsicht ihres Werthes für die Physiologie überschätzen.

Diese schönen Beobachtungen von Humboldt können indess heutzutage nicht mehr für die Hypothese angeführt werden, dass die Nerven eine sensible Atmosphäre besitzen sollen. Denn Wassergas ist eben so gut Leiter des galvanischen Stromes als tropfbares Wasser nach rein physicalischen Gesetzen. Die Erfahrung und namentlich alle in diesem Abschnitte angeführten Untersuchungen beweisen vielmehr, dass nicht allein die Nerven, sondern auch ihre Primitivfasern vollkommen unfähig sind, ihre motorische Kraft einander in der Dicke der Nerven mitzutheilen, und dass die motorische Kraft immer nur in der Continuität der Fasern wirkt.

A. v. Humboldt führt auch eine andere sehr interessante Beobachtung an, welche sehr missverstanden werden kann. Er sagt (a. a. O. I. p. 212.): Wenn der Nerve eines Thiers der Länge nach zerfleischt wird und auch nur ein einziges Fäserchen übrig bleibt, welches die Armatur mit dem Muskel verbindet, so zeigen sich die galvanischen Erscheinungen in eben der Stärke, als wenn der Nerve noch seinen unverletzten Durchmesser hätte. A. v. Humboldt erklärt diese Erscheinung aus der Beobachtung der anastomosirenden Stränge der Nerven von Reil; Reil kannte indess die Primitivfasern der Nerven nicht und wusste nicht, dass sie in den Anastomosen der Stränge nicht anastomosiren. Allein das von Humboldt beobachtete, an sich wichtige Phänomen lässt keine Anwendung auf die Physiologie zu. Wenn man die Pole der Kette auf Muskel und Nerven zugleich applicirt, so ist ein Fäserchen ein so guter Leiter des galvanischen Stromes bis zum ganzen Theil des Nerven und Muskels, als ein ganzer Nerve, und A. von Humboldt hat selbst entdeckt, dass der galvanische Strom

auf diese Art durch ganz zerschnittene auf $\frac{5}{4}$ Linien von einander entfernte Nerven wirkt. Wenn man aber einen Nerven an einer Stelle nach v. Humboldt bis auf ein Fäserchen zerfleischt, und dieses Fäserchen allein durch Anwendung beider Pole auf das Fäserchen galvanisirt, so entstehen, wie ich schon oben bemerkt habe, nur Zuckungen in dem Theile, in welchen das Fäserchen hingeht, obgleich es unter der verletzten Stelle noch in einem ganzen Nervenstamme enthalten ist.

### II. Ueber die associirten Bewegungen oder Mitbewegungen.

Unter Mitbewegungen verstehe ich diejenigen Bewegungen der Muskeln, welche mit intendirten willkührlichen Bewegungen gegen den Willen zugleich erfolgen. In früheren Zeiten wurden mehrere dieser Erscheinungen mit vielen anderen nicht hieher gehörenden associirte Bewegungen genannt. Wir meinen hier nur diejenigen Bewegungen, die durch Bewegungen hervorgerufen werden. Im gesunden Zustande sind diese Bewegungen schon sehr häufig; wir wollen die Muskeln des äussern Ohres bewegen, aber wir bewegen bei dieser Intention auch den Musculus epicranius und mehrere Gesichtsmuskeln mit. Wir wollen die Nasenflügel heben und senken, aber wir runzeln zugleich, ohne dass wir es wollen, die Augenbraunen. Ueberhaupt können die wenigsten Menschen die Bewegungen einzelner Gesichtsmuskeln isoliren; sie können vielmehr die einzelnen Gesichtsmuskeln nur bewegen, wenn sie in einer Gruppe von anderen Gesichtsmuskeln mitspielen. Die Dammmuskeln, Musc. sphincter ani, levator ani, transversus perinaei, bulbo-cavernosus, ischio-cavernosus, pubo-urethralis werden fast immer zusammen bewegt, wenn der Wille auch nur einen einzigen intendirt. Am auffallendsten zeigt sich diese Association bei der Bewegung der Iris. Wir sind nämlich nicht im Stande, die Augen durch den Musc. rect. int. nach innen zu kehren, ohne zugleich die Iris mitzubewegen und zusammenzuziehen. Auch kann das Auge nicht nach innen und aufwärts gewandt werden (Musc. obliq. inf.), ohne dass die Iris enge wird. Die Bewegung dieser Muskeln und der Iris hängt von Aesten desselben Nerven ab, nämlich des N. oculomotorius, welcher die kurze oder motorische Wurzel des Ganglion ciliare abgiebt. Es springt daher bei der Intention des Willens auf den N. oculomotorius, und zwar auf die jene Muskeln versehenden Primitivfasern, das Nervenprincip immer auch etwas auf einen andern Theil der Primitivfasern des N. oculomotorius denjenigen, welcher sich in die kurze Wurzel des Ganglion ciliare fortsetzt, über. In allen übrigen Muskeln zeigt sich ganz etwas ähnliches. Den meisten Menschen ist es schwer, die einzelnen Bäuche des Musc. extensor communis digitorum willkührlich in Thätigkeit zu setzen und die einzelnen Finger z. B., den 3. und 4., die keine besonderen Strecker haben, allein zu erheben; bei Anstrengungen gar wirken viele Muskeln durch Association mit, ohne dass diese Bewegungen irgend einen Zweck haben; der Angestrengte bewegt seine Gesichtsmuskeln, als wenn er mit denselben

zum Heben der Last beitragen könnte; bei jedem angestrengten Athmen und bei geschwächten Menschen wirken die Gesichtsmuskeln zum Athmen unwillkührlich mit, ohne dass die Zusammenziehung dieser Muskeln, ausser dem Heben der Nasenflügel irgend etwas zum Athmen beitragen könnte. Es sind dieser Erscheinungen so viele, und sie treten so häufig und alltäglich ein, dass diese wenigen Beispiele eines immer in derselben Weise sich wiederholenden Phänomens genügen können. Doch muss ich eine Thatsache noch besonders hervorheben, weil sie uns die ausgebildetste Tendenz zur Mitbewegung zwischen gleichen Theilen der rechten und linken Seite zeigt. Diess ist die willkührliche Bewegung der Iris. Die Bewegung der Iris ist immer gleichzeitig in beiden Augen, sowohl die durch den äussern Reiz hervorgerufene als die von innen intendirte, und die Bewegung erfolgt immer auf durchaus gleiche Art, mag der Reiz von innen oder aussen auch nur auf ein Auge wirken. Ist nur ein Auge geöffnet, so ist die Weite der Pupille bei dem auf Ein Auge stattfindenden Lichteindrucke grösser, als wenn beide Augen bei gleichem Lichteindruck offen sind. Ist der Lichteindruck auf beide Augen verschieden, so ist gleichwohl die Grösse der Pupille auf beiden Augen gleich, und entspricht dem Mittel aus beiden Lichteindrücken. So verhält es sich aber auch bei von innen intendirten Bewegungen der Iris. Wir können die Iris immer willkührlich bewegen durch Association, wie ich schon anführte, nämlich durch Bewegung des Auges nach innen, oder nach innen und oben; aber das Merkwürdigste hierbei ist, dass die Iris beider Augen sich verengt, wenn nur Ein Auge ganz nach innen gestellt wird, das andere aber seine gerade Stellung behält. Ich besitze das Vermögen, die Iris durch Einwärtswenden der Augen zu verengern, was jeder Mensch hat, in einem ganz ausserordentlichen Grade. Schliesse ich Ein Auge *A* und sehe mit dem andern *B* gerade aus und unverwandt, so bewege ich die Iris des unverwandten Auges *B* ganz nach Willkühr, je nachdem ich das bedeckte Auge *A* einwärts oder auswärts drehe. Hier ist die Ursache der wunderbaren Bewegung verdeckt, und die Bewegung erscheint um so auffallender, als das Auge, worauf die verborgene Ursache mitwirkt, ganz unverwandt ist. Sogleich wird aber dem Beschauer die Ursache offenbar, sobald ich das Auge *B* öffne, wo man dann sieht, dass ich, sobald ich die Iris in dem unverwandten Auge *B* verengern will, das Auge *A* nach innen stelle. Offenbar muss nun im Gehirn eine durch die Lagerung der Fasern bedingte Intention seyn zur Association der Wirkungen in den Primitivfasern der N. oculomotorii, welche in die kurze Wurzel des Ganglion ciliare gehen. Ein interessantes, nach unseren Principien leicht erklärbares Factum ist die Verengerung der Iris beider Augen im Schlafe. Diess ist auch eine Mitbewegung, deren Ursache die Stellung der Augen nach innen und oben im Schlafe ist, wo mit der Thätigkeit des entsprechenden Zweigs des Oculomotorius auch die Mitreizung der zum Ganglion ciliare gehenden Fasern des Oculomotorius vom Gehirn aus erfolgt. Ausser der Iris haben noch viele an-

dere Muskeln beider Seiten die Tendenz zur Association ihrer Bewegungen vom Gehirn aus. Es gehört Uebung dazu, ein Auge allein offen zu halten, also bloss den Musculus levator palpebrae superioris einer Seite durch den Nervus oculomotorius zu bewegen. Wenige Menschen können die Gesichtsmuskeln der einen Seite durch den N. facialis anders wirken lassen als auf der andern Seite. Ich vermag die Ohrmuskeln zu bewegen, selbst die kleineren, wenigstens ganz deutlich den Musc. antitragicus; aber wenn ich diess an einem Ohre thun will, geschieht es immer zugleich an dem andern Ohre. Ich weiss nicht, ob ein Mensch den Musc. stylohyoideus einer Seite allein bewegen kann. Selbst am Rumpfe zeigt sich eine ähnliche Tendenz zur gleichzeitigen Bewegung derselben Muskeln, aber viel geringer; die Bauchmuskeln und Dammmuskeln, das Zwerchfell wirken fast immer von beiden Seiten zugleich, und selbst die Nerven und Muskeln der Extremitäten, wenn sie auch in dieser Hinsicht freier sind, entziehen sich doch dem allgemeinen Gesetze nicht ganz; wenigstens ist es bekanntlich schwer, entgegengesetzte rotirende Bewegungen einer gewissen Richtung z. B. um eine gemeinschaftliche Queraxe, mit beiden oberen oder beiden unteren Extremitäten zu vollziehen, während gleichartige Bewegungen mit beiden Extremitäten zugleich sehr erleichtert sind.

Die Theorie aller dieser Erscheinungen ist offenbar. Da die Primitivfasern aller willkührlichen Nerven im Gehirn zuletzt sammt und sonders explicirt werden, um dem Einfluss der Gedankenbestimmung oder des Willens unterworfen zu werden, so kann man sich die neben einander im Gehirn zum Vorschein kommenden Anfänge aller Nervenfasern willkührlicher Nerven gleichsam wie die Tasten eines Claviers vorstellen, welche der Gedanke spielt oder anschlägt, indem er die Strömung oder Schwingung des Nervenprincips in einer gewissen Anzahl Primitivfasern, und dadurch Bewegung veranlasst. Am Ursprung dieser Fasern muss aber die Leitung der Hirnsubstanz die gleichzeitige Affection nahe liegender Primitivfasern erleichtern, so dass es der Intention des Willens schwer wird, sich auf einzelne Primitivfasern zu beschränken. Diese Fähigkeit der Isolation wird aber durch Uebung erlangt, das heisst, je öfter eine gewisse Zahl Primitivfasern der Intention des Willens ausgesetzt wird, um so mehr erhalten sie die Neigung, der Intention allein, ohne die nebenliegenden Primitivfasern, zu gehorchen, um so mehr bilden sich gewisse Wege der leichtern Leitung aus. Wir sehen in gewissen Künsten diese Fähigkeit der Isolation auf den höchsten Grad der Ausbildung gebracht, wie beim Spielen musicalischer Instrumente, besonders beim Clavierspielen.

Alle Mitbewegungen haben ihren Ursprung im Gehirn selbst; durch eine Communication der Primitivfasern in einem motorischen Nerven können sie nicht erklärt werden, weil die Primitivfasern nicht communiciren, und weil die Reizung eines Theiles von einem grossen Nervenstamm niemals auf die übrigen Theile des Nervenstammes, sondern nur auf die Fortsetzung der Fasern des gereizten Theiles vom Stamme wirkt. Siehe oben p. 659.

Durch den N. sympathicus können die Mitbewegungen auch nicht erklärt werden, weil dieser auch keine Verbindungen der einzelnen Theile eines motorischen Nerven unterhält, auch nicht die symmetrischen Nerven beider Seiten, sondern nur das Gehirn und Rückenmark diese verbindet.

## *II. Capitel.* Mechanik der Empfindungsnerven.

### I. Von den Gesetzen der Leitung in den sensibeln Nerven.

Um Empfindung zu haben, muss ein Nerve noch mit dem Organe des Bewusstseyns, mit dem Gehirn unmittelbar oder mittelbar durch das Rückenmark zusammenhängen. Betrachten wir jetzt auch hier das Verhältniss der Nervenäste zu den Nervenstämmen.

*I. Wenn ein Nervenstamm gereizt ist, so haben alle Theile, welche Zweige von dem Stamme erhalten, Empfindung der Reizung, und es ist eben so gut, als wenn alle letzten Aeste desselben gereizt werden.* Reizt man einen Zweig eines Nervenstammes, so ist die Empfindung des Reizes auf den Theil beschränkt, zu welchem dieser Zweig hingeht. Reizt man den Stamm aller Zweige, so ist die Empfindung auf alle Theile ausgedehnt, zu welchen Zweige dieses Stammes hingehen. Diese Versuche kann man begreiflich nur an sich selbst anstellen, sie liefern aber eben so sichere Resultate, wie die Versuche über Bewegung bei Thieren. Wenn man den N. cubitalis absichtlich über der innern Seite des Ellbogens oder über dem Condylus internus zerrt oder quetscht, indem man mit den Fingern den N. cubitalis hin und her schiebt und drückt, so hat man die Empfindung von Prickeln und Nadelstichen, oder von einem Stoss in allen Theilen, in welchen sich der N. cubitalis endlich verzweigt, namentlich in der Fläche und auf dem Rücken der Hand, in dem 4. und 5. Finger. Drückt man stärker, so hat man auch Empfindungen im Vorderarme. Durch starkes Auf- und Abwärtsstreichen mit dem Daumen an der innern Fläche des Oberarms und durch Druck in die Tiefe am obersten innern Theile des Arms trifft man leicht den Nervus radialis, medianus, und man hat ähnliche Empfindungen in den Theilen, wo sie sich verbreiten. Drückt man einen grossen Nervenstamm für ein ganzes Glied, z. B. den Nervus ischiadicus, so hat man die bekannte Empfindung von Prickeln, Nadelstichen und Einschlafen im ganzen Beine, und leicht kann man es durch eine besondere Lage des Oberschenkels beim Sitzen so einrichten, dass der N. ischiadicus bei seinem Austritt schon gedrückt wird. Auf diese Art kann man nach und nach die Stellen finden, wo man durch mechanische, ganz unschädliche Reize an vielen auch kleinen Nerven ähnliche Versuche an seinem eigenen Körper anstellen kann, wie sonst über Bewegungen an Thieren angestellt werden. Man wird sich dabei immer überzeugen, dass bei Reizung eines Stammes jedesmal die Empfindung in den äusseren Theilen aller seiner Aeste stattfin-

det, gerade so wie bei Reizung eines Muskelnervenstammes die Bewegungen in den Muskeln aller seiner Aeste stattfinden. Es ist also hier gerade so wie bei der motorischen Kraft, nur dass diese noch auf die Muskeln durch Reizung des Nerven wirken kann, wenn der Nerve schon nicht mehr mit dem Gehirn zusammenhängt, die Empfindung aber nur stattfindet, wenn die Reizung der Nerven noch zu dem Gehirn gelangt.

*II. Die Reizung eines Nervenzweiges ist mit Empfindung begleitet, die auf die Verbreitung dieses Zweiges beschränkt ist, und nicht mit Empfindung in den Nervenzweigen, die höher vom Nervenstamm oder von demselben Plexus abgehen.* Die Thatsachen, welche hierher gehören, sind zu bekannt, als dass ich sie einzeln aufführen müsste. Die Reizung der Haut wird immer da empfunden, wo sie stattfindet, wenn sich nicht ihre Folgen durch Entzündung und dann also auch die Reizung ausdehnt. Ich habe schon das Beispiel vom N. cubitalis angeführt. Die Empfindungen dieser Reizung desselben am Ellbogen beschränkt sich bloss auf diejenigen Theile, in welchen er sich ausbreitet, auf die Fläche und den Rücken der Hand, den 4. und 5. Finger. Niemals wirkt diese Reizung auf den Plexus brachialis und die übrigen Nerven desselben zurück. Dass ein Empfindungsnerve, der mit einem andern empfindlichen Cerebrospinalnerven anastomosirt, nicht die Empfindungen auf den Stamm des zweiten Nerven überträgt, dass die Anastomose vielmehr nur ein Apparat zur weitern peripherischen Vertheilung der Primitivfasern ist, geht aus den p. 643. angeführten Versuchen von Gaedechens am N. facialis und infraorbitalis hervor; denn bei den Anastomosen zwischen Aesten beider Nerven geht nichts vom N. infraorbitalis auf den Stamm des N. facialis zurück, oder vom N. facialis auf den N. infraorbitalis zurück, sondern von beiden Nerven gehen die Fasern aus der scheinbaren Anastomose nur peripherisch weiter. Als Gaedechens einen Zweig des N. facialis zum N. infraorbitalis durchschnitt und das dahingehende Stück des N. facialis reizte, entstanden keine Empfindungen, es ging also vom N. facialis von dort aus nichts durch den N. infraorbitalis zum Gehirn zurück. Eben so wenig wird man an einem vom Stamme des N. infraorbitalis abgetrennten, noch mit dem N. facialis zusammenhängenden Stück des N. infraorbitalis Schmerzen erregen können. Es ist also gerade so wie mit der motorischen Kraft, welche nach Reizung eines Nervenzweigs niemals Zuckungen durch Nervenzweige, die höher aus dem Stamme entspringen, zurückwirkend erzeugt. Man wird diess sogleich für die Regel bei den Centralnerven, die vom Gehirn und Rükkenmark entspringen, anerkennen, aber man wird mir die sympathischen Empfindungen einwerfen; ich werde die letzteren später befriedigend erklären, und erwähne hier nur, dass Zweige von Hirn- und Rückenmarksnerven in der Regel nur dann sympathische Empfindungen bewirken, wenn sie auf das Gehirn und Rückenmark zurückwirken. Wo Letzteres statt hat, wie z. B. beim Nervus pudendus im Coitus, ist eine Empfindung, die durch Reizung der Zweige bewirkt wird, nicht auf diese Zweige beschränkt, sondern wirkt auch von den Centraltheilen auf an-

dere Theile und erregt Empfindungen in anderen Theilen. Reizung der Eichel bewirkt wollüstige Empfindungen der Eichel, allein später auch im Unterleibe und in den Samenbläschen.

Von allen Cerebralnerven haben der N. vagus und trigeminus die meisten sympathischen Empfindungen. Reizungen der Schleimhaut des Schlundes, Kehlkopfs haben Empfindungen zur Folge, die nicht auf diese Theile beschränkt sind. Reizung des N. trigeminus in den N. dentalibus durch cariöse Zähne haben ausgebreitete und sehr täuschende Empfindungen in anderen Theilen zur Folge; Reizung der Haut des äussern Gehörganges in dem N. temporalis superficialis durch mechanische Irritation, bewirkt immer sogleich eine unangenehme Empfindung von Kitzel im Gaumen und Schlunde.

Ich muss bemerken, dass es noch keinesweges erwiesen ist, dass solche sympathische Empfindungen durch Verbindungen der Nerven mit dem Nerv. sympathicus vermittelt werden, und dass eine andere, viel häufigere Art der Sympathie durch Rückwirkung der Empfindungsnerven auf das Gehirn, und die Ausbreitung des Eindrucks auf andere Empfindungsfasern vom Gehirn aus hier wahrscheinlicher stattfindet, wovon bei der folgenden Untersuchung.

*III. Verschiedene Theile, in der Dicke eines Empfindungsnerven gereizt, bewirken dieselben Empfindungen, wie wenn verschiedene Endzweige dieser Theile des Stammes gereizt werden.* Beweis. Wenn man den N. cubitalis auf die schon beschriebene Art an sich selbst mechanisch reizt, besonders indem man ihn mit den Fingern drückend hin und her schiebt, so hat man die Empfindung von Prickeln, Nadelstechen in der Hohlhand, im Rücken der Hand und am 4. und 5. Finger. Aber je nachdem man gerade drückt, tritt das Prickeln bald am 4., bald am 5. Finger, bald in der Hohlhand, bald auf dem Rücken der Hand ein, und in der Hohlhand wie auf dem Rücken derselben wechselt auch der Ort des prickelnden Punktes, je nachdem sich der Druck am N. cubitalis ändert, also verschiedene Fasern dieses Nerven oder Faserbündel mehr gedrückt werden als andere. So wird man es auch finden bei Reizung der Nervenstämme am Oberarm; allein beim N. cubitalis lässt sich gerade am besten der Druck auf verschiedene Theile in der Dicke des Nerven isoliren, je nachdem man bald drückt, bald den Nerven in der Furche am Condylus internus humeri am Ellbogen mit dem Finger der andern Hand hin und her schiebt. So habe ich auch durch heftigen Druck auf den N. infraorbitalis an der Austrittsstelle aus dem Foramen infraorbitale das Prickeln an der Wange und der Oberlippe an verschiedenen Stellen empfunden, je nachdem der Druck und das drückende Hin- und Herschieben wechselte. Die Application des Druckes auf den N. infraorbitalis ist übrigens viel schwerer, weil man die Austrittsstelle des Nerven durch Druck und die erfolgenden Gefühle erst bestimmt ausmitteln muss.

*IV. Die Empfindungen der feinsten Nervenfasern, wie die der Nervenstämme, sind isolirt und vermischen sich nicht mit einander von den äusseren Theilen bis zum Gehirn.* Beweis. Dieser Schluss

ergiebt sich aus den vorher mitgetheilten Thatsachen und Gesetzen.

Ich habe zuerst aus meinen eigenen Beobachtungen und aus den Untersuchungen von FONTANA, PREVOST und DUMAS, EHRENBERG, WUTZER bewiesen, dass alle Primitivfasern eines Nerven sich niemals verzweigen oder verbinden, weder im Stamme noch in den Anastomosen der Nerven, wo die Primitivfasern bloss aus einer Scheide in die andere Scheide übergehen und neue Ordnungen bilden, indem sie sich nur parallel an andere Primitivfasern anlegen. Ich habe gezeigt, dass der Nervenstamm auf diese Art das Ensemble aller Primitivfasern ist, die sich aus seinen Aesten entwikkeln, und dass also eine prästabilirte Harmonie der Fasern des Stammes mit den Elementen der feinsten Zweige existirt. Ich habe ferner bewiesen, dass die Stämme der Nerven dieselbe Empfindung haben als alle Zweige zusammen, dass ein Ast des Stammes bei dem Reiz keine Empfindung in anderen Aesten desselben Stammes erregt, dass ein Theil eines Stammes eben solche Empfindungen hat, als wenn einzelne Theile von den Zweigen des Stammes oder der Theile, wo sie hingehen, gereizt werden. Fasst man diess Alles zusammen, so wird man den von mir aufgestellten Schlusssatz zugeben müssen, obgleich er nur approximativ und nicht von jeder feinsten Primitivfaser erwiesen ist. E. H. WEBER's schöne Versuche, nach welchen die Unterscheidungskraft für die Distanz zweier die Haut berührender Körper in verschiedenen Theilen sehr verschieden ist, und nach welchen mehrere Theile des Körpers, wie die Zungenspitze, die Distanz zweier Körper schon auf $\frac{2}{5}$ Linie Entfernung, andere, wie die Mittellinie des Rückens, nur auf 30 Linien Entfernung unterscheiden, ist kein Einwurf wider jenen Satz; denn jene Unterscheidungskraft hängt wohl davon ab, wie viel oder wie wenig Primitivfasern sensibler Nerven zu einem gewissen Felde des Hautorganes hingehen.

V. *Da die Stämme der Nerven das Ensemble der Primitivfasern sind, die sich in den Aesten entwickeln, jede Faser trotz ihrer Länge doch nur in einem Punkt mit dem Gehirn zusammenhängt und nur einen Punkt repräsentirt, so ist die Empfindung gleich, ob dieselben Primitivfasern im Stamme oder in den Aesten, oder in der Haut gereizt werden.* Beweis. Es ist bekannt, dass in jedem Theile des Körpers wie in der Haut die Empfindungen dadurch in Hinsicht des Orts als verschiedene empfunden werden, dass in jedem kleinsten Theile andere Primitivfasern der Nerven ausgebreitet sind. Dadurch dass diese Primitivfasern von verschiedenen Theilen in den Stämmen sich nicht verbinden, sondern einzeln zum Gehirn gelangen, ist es möglich, dass das Gehirn bestimmte und deutliche Empfindung von allen Theilen, die von Centralnerven versehen sind, hat. Die Deutlichkeit der Empfindung hängt hier durchaus davon ab, wie viel Primitivfasern einen bestimmten Theil des Körpers mit einem bestimmten Theil des Gehirns in Verbindung setzen. Würden sich dagegen die von verschiedenen Theilen kommenden Primitivfasern in den

Nerven verbinden, so wäre gar keine bestimmte Empfindung möglich, sondern die Empfindungen verschiedener Theile müssten als identisch vom Gehirn percipirt werden.

Es fragt sich nun, wenn die Primitivfasern der Nerven, die im Stamme vereinigt zusammenliegen, in den Aesten ausgebreitet werden, an verschiedenen Stellen ihrer Länge gereizt sind, was für eine Empfindung sie haben, ob die Empfindung auch dann in Hinsicht des Orts immer eine ist, oder ob die Empfindungen an verschiedenen Stellen in der Länge der Primitivfasern als verschiedene unterschieden werden. Kann ich es aus der Empfindung wissen, ob ein und dasselbe Bündel Primitivfasern an seinem Stamme, in den Aesten oder in der Haut, wo sie sich entwickelt haben, gereizt wird? Die Antwort ist zum Theil in den vorher mitgetheilten Beobachtungen enthalten.

1) Wenn der Stamm eines Nerven gereizt wird, so ist die Empfindung, als wenn alle die Primitivfasern gereizt würden, welche sich in die äusseren Theile begeben, und die Empfindung hat eben so gut scheinbar in den äusseren Theilen statt, als wenn diese selbst gereizt werden.

2) Wenn verschiedene Primitivfasern in einem Nervenstamme gereizt werden, so ist die Empfindung, als wenn verschiedene Punkte an den äusseren Theilen gereizt werden.

3) Die Reizung jedes Astes ist mit Empfindung begleitet an den Theilen, zu welchen der Ast hingeht.

Es scheint also gleich, wo die Primitivfasern gereizt werden: in den Stämmen selbst, wo sie noch neben einander liegen, in den Aesten, wo sie sich in Bündel abgetheilt haben, oder in den äussersten Theilen, wo sie sich ganz vereinzeln. Wird die Haut gereizt durch Nadelstiche oder indem Mücken darüber laufen, sind also die Enden der Primitivfasern irritirt, so haben wir dort die Empfindung von Nadelstichen und Mückenlaufen; werden dagegen die Massen der Primitivfasern in einem kleinen Zweig am Finger gedrückt, so entsteht die Empfindung von Nadelstichen und Mückenlaufen in der Haut der Finger; wird ein ganzer Stamm gedrückt, so entsteht dieselbe Empfindung von Nadelstichen und Mückenlaufen in der Haut, wo die letzten Enden der Primitivfasern des Stammes hingehen. Ist der Druck auf den Stamm z. B. des Nervus cubitalis oder eines anderen an der innern Seite des Oberarms plötzlich und stark, so ist die Empfindung wie von einem electrischen Schlag in allen Fasern, in welchen sich der Stamm verbreitet; aber dieser Schlag fühlt sich scheinbar nicht da, wo der Nerve gedrückt wird, sondern da, wo die Primitivfasern des Nervenstammes in der Haut der Finger, der Hand, in den Muskeln des Vorderarms sich enden. Es gehören hieher auch die Phänomene bei der Durchschneidung der Nerven beim Menschen in Amputationen. Im Momente der Durchschneidung der Nerven werden die heftigsten Schmerzen scheinbar in dem zu amputirenden Theile, worin sich die durchschnittenen Nerven verbreiten, empfunden. Diess ist etwas ganz Constantes, wie mir der erfahrungsreiche Dirigent der chirurgischen Abtheilung des Krankenhauses zu Hamburg Herr Dr. Fricke

versichert hat. Da jede Primitivfaser eines Nerven bei ihrer Länge vom Gehirn, durch den Stamm des Nerven in die Aeste, bis in die Haut nur in einem Punkte nämlich am Ende mit dem Gehirn zusammenhängt, so scheint es ganz consequent, dass diese Primitivfasern unten in der Haut, in der Mitte oder im Stamme afficirt, dieselben Empfindungen haben sollen; denn alle Empfindungen, die in ihrer ganzen Länge stattfinden, können sie doch nur in einem einzigen Punkte mit dem Gehirn oder dem Organe des Bewusstseyns in Verbindung bringen. Es scheinen daher alle Primitivfasern eines Nerven, mögen sie lang oder kurz seyn, immer nur einen Punkt im Gehirn zu repräsentiren, der immer dieselbe Empfindung zum Bewusstseyn bringt, mag die Faser in der Haut afficirt seyn oder im Stamme. Wir scheinen bei Reizung der Nervenfasern an verschiedenen Orten ihrer Länge die Empfindungen immer in der Haut zu haben, weil sie in der Regel immer dann entsteht, wenn die Haut oder die Hautenden der Primitivfasern afficirt werden. So richtig diese Schlüsse aus den bisher angeführten Beobachtungen sind, so ist diese Theorie der Empfindungen doch noch ziemlich weit von einem vollkommenen Beweise entfernt, wie sich aus Folgendem ergiebt.

*VI. Eine sonderbare und den eben angeführten Thatsachen widersprechende Erscheinung ist, dass, obgleich beim Druck auf einen Nervenstamm, die Empfindungen in den äusseren Theilen zu seyn scheinen, doch auch ein heftiger Druck des Stammes zugleich an der Druckstelle des Stammes empfunden zu werden scheint.* Diese Erfahrung macht man sonst nur selten, indem man sich an den Nervus ulnaris anstösst. Man kann aber ohne gewaltsame Eingriffe auch Versuche darüber an sich anstellen. Drückt man nämlich den Nervus ulnaris über dem Condylus internus humeri allmählig verstärkt an den Knochen an, indem man ihn bei dem Druck zugleich fixirt und nicht verschiebt, so wird zwar der ganze Arm unter der Druckstelle, und zwar so weit sich der Nervus ulnaris verzweigt, schmerzhaft, allein ein lebhafter, nicht bloss von der Empfindlichkeit der umherliegenden Theile herrührender Schmerz, der seinen Sitz im Stamme des Nervus ulnaris hat, fühlt sich auch an der Druckstelle. Diess dürfte nach Analogie der vorhergehenden und noch später zu beschreibenden Erscheinungen nicht seyn, und es scheint, dass uns hier noch etwas Räthselhaftes, für die Theorie der Empfindungen Wichtiges verborgen ist. Man beobachtet etwas Aehnliches bei den Neuromen. Die characteristischen Symptome dieser Geschwülste der Nerven sind zwar, dass die Schmerzen in allen Theilen, zu welchen der Nerve hingeht, z. B. bei einer Geschwulst des Nervus ulnaris am Oberarm, die Schmerzen in der Hand und am 4. und 5. Finger furchtbar heftig auftreten, wie denn auch im Moment der Durchschneidung des kranken Nerven über der Geschwulst in jenen Theilen die furchtbarsten Schmerzen eintreten (von mir selbst bei einer vom Professor Wutzer im chirurgischen Clinico gemachten Durchschneidung des Nervus ulnaris am Oberarm über einem Neuroma desselben beobachtet). Vergl. Aronssohn *observ. sur*

*les tumeurs developpées dans les nerfs. Strasb.* 1822. *p.* 9. Allein auch das Neuroma selbst pflegt sehr schmerzhaft und empfindlich zu seyn. An diese Erfahrungen, dass ein Nervenstamm afficirt sowohl an den Theilen, zu welchen seine Zweige hingehen, als an sich selbst Empfindungen verursacht, schliesst sich eine ähnliche Erscheinung vom Rückenmark an, bei dessen Krankheiten die Schmerzen in der Regel in allen unter der afficirten Stelle liegenden peripherischen Theilen, allein zuweilen, obgleich selten, wie bei der Neuralgia dorsalis, auch in der Mittellinie des Rückens vorgefunden werden.

Leider haben die Chirurgen die herrliche Gelegenheit, Beobachtungen über die Erscheinungen bei der Durchschneidung der Nerven anzustellen, bis jetzt so wenig benutzt. Hätten die Chirurgen öfter ein mehr allgemeines, physiologisches Interesse als das beschränkte, welches sie durch die physiologischen Vorgänge der Entzündung an die Physiologie knüpft, so hätten sie uns mit sehr wichtigen Erfahrungen in Hinsicht der Nervenphysik bekannt machen können. Man sollte denken, bei einem so gewaltsamen Eingriff in die Organisation eines Menschen, wie die Amputation oder die Durchschneidung eines Nerven, müssten sich dem Operateur die wichtigsten physiologischen Fragen aufdrängen.

*VII. Auch die Verbreitung der Schmerzen in den Neuralgien, nach dem anatomischen Verlauf der Nerven widerspricht der früher erwähnten Theorie der Empfindungen.* Die Schmerzen in den Neuralgien werden nach dem ganzen Verlauf eines Nerven (also nicht in den peripherischen Enden der Nerven) empfunden: so sagen die Aerzte, und es scheint zuweilen, aber durchaus nicht immer der Fall zu seyn. Beim nervösen Hüftschmerz müsste nach jener Theorie, wenn der Stamm des Nerven leidet, das ganze Bein ohne Unterschied auf das heftigste schmerzen. Wenn aber der Schmerz im Ischiadnerven gefühlt würde, so müsste er einen schmerzhaften, schon im Oberschenkel in zwei Zweige (N. tibialis und peronaeus) sich theilenden Strom darstellen, und die Ströme des Schmerzes anatomisch nach der Verbreitung der Aeste des N. peronaeus und tibialis hingehen, was mit der Beschreibung der Ischiadik nicht stimmt. In mehreren Fällen von reinen Neuralgien, die ich in Berlin untersuchte, verliefen die Schmerzen durchaus nicht nach der anatomischen Verbreitung des Nerven; ich sah z. B. eine Neuralgie des Gesichts, die vom Scheitel anfangend durch die Orbita auf die Wange ging und dort endete. Bei einer andern Neuralgie konnte man den N. ulnaris, so gut als den N. radialis im Verdacht haben, und doch passte beides nicht recht. Eben so sah ich eine Neuralgie am Schenkel, die der Arzt wohl gewöhnlich für Ischiadik, aber ein Anatom nicht dafür halten würde. Dagegen sah ich auch wieder eine Neuralgie der N. facialis und lingualis, wo die Schmerzen, wenn auch nicht constant, doch öfter unter dem Ohr hervorzukommen und sich strahlenförmig im Gesicht zu verbreiten schienen. Bei demselben Manne ging der Schmerz oft gegen die anatomische Verbreitung, und warf sich oft vom Gesicht auf die Zunge. In diesem Falle bilden die Neuralgien aber einen Einwurf gegen die früher

erwähnte Theorie der Empfindungen. Wenn die oben erwähnten Thatsachen gegen jene Theorie von der Mechanik der Empfindungen sprechen, so sind ihr die folgenden wieder günstig; hier fehlt uns ein Aufschluss, der diese Widersprüche aufhellt.

VIII. *Wenn die Empfindung in den äusseren Theilen durch Druck oder Durchschneiden vollkommen gelähmt ist, so kann der gereizte Stamm des Nerven noch Empfindungen haben, welche in den analogen äusseren Theilen zu seyn scheinen.* Beweis. Es giebt bekanntlich Lähmungen, bei welchen die Glieder durchaus keine Empfindlichkeit für äussere Reize haben, und wobei gleichwohl die heftigsten Schmerzen in dem für äussere Reize unempfindlichen Theile stattfinden. Solche Glieder kann man stechen, anschneiden, stossen, ohne die geringste Empfindung, und dennoch sind die Schmerzen aus inneren Ursachen zuweilen stark. Bei dem bisherigen rohen Zustande der Nervenphysiologie waren diese Fälle ein Widerspruch, ein unauflösliches Räthsel. In Bonn habe ich einen solchen Fall bei einem gewissen Heidenreich gesehen, der an den unteren Extremitäten vollständig, sowohl in Hinsicht der Empfindung als der Bewegung, gelähmt ist. Von Zeit zu Zeit werden die Glieder von Zuckungen ergriffen, wobei heftige Schmerzen im ganzen Beine eintreten, aber die Empfindung für äussere Reize nicht wiederkehrt. Wenn die äusseren Theile der Nerven gelähmt sind, so kann die Irritation der Stämme noch die heftigsten Schmerzen verursachen, welche in den äusseren Theilen zu seyn scheinen (Anaesthesia dolorosa). Man sieht leicht ein, dass die schmerzhaften Lähmungen der Empfindung vorzüglich solche seyn müssen, wo die äusseren Theile der Nerven gelähmt sind, die Stämme und Ursprünge aber noch unversehrt, also in den rein örtlichen Lähmungen der Nerven bei vollkommener Integrität des Gehirns und Rückenmarks, wie in den örtlichen rheumatisch-gichtischen Lähmungen, in örtlichen Lähmungen, die durch Druck auf die Nerven, durch gangliöse Anschwellungen der Nerven verursacht sind. Earle erzählt einen Fall (*med. chirurg. transact.* 7. 173. Meckel's *Archiv* 3. 419.) von Lähmung des Armes durch einen Schlüsselbeinbruch. Die Finger und der ganze Arm waren empfindungslos gegen äussere Eindrücke, dennoch empfand der Kranke bei jedem Versuch das Glied zu bewegen, bisweilen sogar bei voller Ruhe, heftige Schmerzen in den Fingerspitzen.

Hierher gehört auch die durch unzählige Erfahrungen bestätigte Thatsache, dass die Durchschneidung der Nerven bei Neuralgien in der Regel nichts fruchtet, und dass die Schmerzen oft wiederkehren, obgleich die Nerven durchschnitten, ja stückweise ausgeschnitten waren, so dass die Schmerzen in der Wange eben so heftig wurden als zuvor. In der That, wenn der Nervenstamm die Ursache der Neuralgie ist, kann die Durchschneidung des Stammes z. B. des Nervus facialis, infraorbitalis, durchaus nichts fruchten, denn der Stumpf des Stammes, der noch mit dem Gehirn in Verbindung steht und noch alle Primitivfasern enthält, die sich in der Haut entwickelten, hat, wie wir wissen, bei seinen Reizungen dieselben Empfindungen scheinbar in

den äusseren Theilen, als wenn diese selbst afficirt sind. Nur selten fruchtet die Durchschneidung der Nerven und die Ausschneidung eines Stückes, und natürlich nur dann, wenn die Ursache der Neuralgie in den Aesten, nicht im Stamme war.

Mit der Durchschneidung eines Nerven hört daher nur die Möglichkeit auf, mit dem Hautende der Nervenfasern äussere Eindrücke zu empfinden, weil der Eindruck nicht mehr zum Gehirn geleitet werden kann. Aber dieselben Empfindungen, die sonst aus äusseren Eindrücken entstehen, werden aus innerer Ursache erscheinen, wenn nur die Primitivfasern des Stammes mit dem Hirn- oder Rückenmark in Verbindung stehen.

Wenn ein Nerve zufällig z. B. am Finger durchschnitten wird, so tritt im Zeitraume der Wundentzündung Schmerz in dem gelähmten Theile des Fingers ein, während derselbe Theil gar kein Gefühl gegen äussere Reize hat. Die Empfindung des Schmerzes vergeht wieder nach der Wundentzündung, und nun ist der Theil wieder ganz empfindungslos. Von besonderem Interesse ist in dieser Hinsicht eine Beobachtung von Gruithuisen an sich; die ich schon p. 385. berührt habe. Nach einer Verwundung am Daumen, welche den N. dorsalis radialis pollicis durchschnitt, wurde die Seite des Daumrückens bis unter den Nagel ganz unempfindlich. Zur Zeit der Entzündung wurde diese Hautstelle sehr schmerzhaft; diese Schmerzen verschwanden nach acht Tagen mit der Heilung, worauf der für äussere Eindrücke unempfindliche Zustand allein übrig blieb. Wenn Gruithuisen später auf die Narbe klopfte, hatte er die Empfindung von Prikkeln unter dem Nagel. *Beiträge zur Physiognosie und Eautognosie.*

Everard Home erzählt in den *Phil. transact.* einen Fall von Gesichtsschmerz. In einem Falle, wo man die Durchschneidung des Nerven verrichtet, gelang die Vereinigung per primam intentionem nicht, und während der Zeit, dass die Wunde offen war, verursachte der entzündliche Zustand des getrennten Nervenendes dem Kranken Anfälle, die denen glichen, welche er vor der Operation erlitten hatte. Als aber die Wunde vollständig geheilt war, trat kein solcher Anfall wieder ein. J. Swan *über die Localkrankheiten der Nerven, übers. von* Francke. *Leipzig* 1824. *p.* 78.

Die Phänomene beim sogenannten Einschlafen der Glieder von Druck auf die Nerven sind auch Erläuterungen davon. Der Druck auf die Nerven hebt die Leitung von den peripherischen Enden der Nerven auf; aber derselbe Druck afficirt auch den centralen Theil des Nerven, daher die Empfindung von Formicatio, Prikkeln, Stechen in dem Beine, welches gleichwohl seine Empfindlichkeit für äussere Eindrücke verliert.

Häufig entsteht auch das Gefühl der Formicatio scheinbar in äusseren Theilen, wenn doch die Nervenursprünge vom Rükkenmark oder Gehirn, oder diese Theile selbst afficirt sind. Bei dem Gefühl von Formicatio in einem Gliede kann man noch gar nicht wissen, ob die Ursache in der Haut, im Nervenstamme oder am Ursprung der Fasern im Rückenmark ist. Oft ist die Ursache im Rückenmark. Das Rückenmark hat fast in allen sei-

nen Krankheiten Formicatio, scheinbar in der Haut, zum Symptom; bei der Rückenmarkslähmung ist die Formicatio oft in allen Theilen, welche unterhalb der Verletzung Nerven erhalten; bei der Tabes dorsalis ist die Formicatio nicht etwa in der Mittellinie, sondern am ganzen Körper in der Haut. (Ich weiss von keiner Beobachtung, dass Formicatio in Schleimhäuten aufträte.)

Man sieht aus dem eben Vorgetragenen, dass die Aura epileptica (auch eine Art Formicatio) vor dem Anfall in den äusseren Theilen, nur in den äusseren Theilen vorzukommen scheint, während ihre Ursache und ihr Sitz doch im Rückenmark oder Gehirn ist. Sie ist der erste Anklang der weiteren Rückenmarksaffectionen und Gehirnaffectionen, die im Verfolg des Anfalls auftreten. Wenn der epileptische Aufall zuweilen durch Zusammenschnüren des Gliedes über der Aura epileptica aufgehoben wird, so geschieht diess wohl nicht, weil etwas Krankhaftes fortzuschreiten gehindert würde, sondern weil durch das Zusammenbinden ein heftiger Eindruck auf das Sensorium erfolgt. Doch muss bemerkt werden, dass bei derjenigen Form der Epilepsie, welche durch Geschwülste von Nerven entsteht, durch die Ligatur eines Gliedes wirklich die Fortleitung der Reizung zum Rückenmark aufgehoben wird.

Legt man sich um den Oberarm über dem Ellbogengelenke ein Tourniquet an, so kann man alle Theile der Hand zum Gefühl des Einschlafens, zuletzt zu Empfindungslosigkeit bringen. Zuerst entsteht Prickeln und Nadelstechen, dann allmählig Taubseyn und das Gefühl von Kälte, zuletzt anfangende Empfindungslosigkeit für äussere Reize. Wenn man nun die Nervenstämme in der Achselhöhle und am Oberarm durch einen zerrenden Griff reizt, so hat man eben so deutliche Empfindungen eines electrischen Schlages in der Hand, als wenn die Nerven des Vorderarms und der Hand nicht eingeschlafen sind.

*IX. Wenn das Glied, in welchem sich ein Nervenstamm verbreitet, durch Amputation entfernt ist, so kann der Stamm der Nerven, weil er das Ensemble der verkürzten Primitivfasern noch enthält, Empfindungen haben, als wäre das amputirte Glied noch vorhanden. Diess dauert durchs ganze Leben.* Die Erfahrung, dass die Amputirten noch Empfindungen haben, als wäre das amputirte Glied noch vorhanden, ist allen Chirurgen bekannt; es ist niemals anders. Gewöhnlich sagt man, diese Sinnestäuschungen dauern einige Zeit fort, so lange als Amputirte im Gesicht des Chirurgen bis zur Heilung bleiben. Die Wahrheit ist aber, dass diese Sinnestäuschung immer bleibt, dass sie sich durchs ganze Leben mit gleicher Lebhaftigkeit erhält, wie man sich überzeugen kann, wenn man irgend Amputirte lange Zeit nach der Amputation befragt. Zur Zeit der Entzündung des Amputationsstumpfes und der Nervenstämme, sind die Empfindungen am lebhaftesten, und die Kranken klagen dann über sehr heftige Schmerzen in dem ganzen Gliede, welches sie verloren haben. Nach der Heilung bleiben die Empfindungen zurück, die man überhaupt von einem gesunden Gliede hat, und häufig bleibt durchs ganze Leben hindurch ein Gefühl von Formicatio, öfter

von Schmerzen scheinbar in den äusseren Theilen, welche nicht mehr da sind. Diese Empfindungen sind nicht unbestimmt, sondern der Kranke fühlt deutlich die Schmerzen, die Formication in den einzelnen Zehen, in der Fusssohle, am Fussrücken, in der Haut etc. Lächerlich sind die idealistischen Erklärungen dieses wichtigen Phänomens aus der Imagination etc. Die Physiologen haben es lange Zeit als eine Curiosität behandelt. Allein die Untersuchungen derjenigen Amputirten, die mir zugeschickt wurden und die ich auffinden konnte, haben mir erwiesen, dass das Gefühl sich nie ganz verliert. Die Amputirten werden zuletzt so sehr daran gewöhnt, dass sie gar nicht mehr darauf achten; allein sobald sie wieder darauf aufmerksam sind, ist das Gefühl sogleich vorhanden, und sie fühlen oft Zehen, Finger, Fusssohle, Hand ganz deutlich. Noch viel stärker wird das Gefühl, wenn man ein Band oder Tourniquet um den Amputationsstumpf legt, oder wenn man ihn so drückt, wie sonst geschicht, wenn das Einschlafen eines Gliedes erfolgt. Dann tritt sogleich Formication ein, das Gefühl von Ameisenlaufen erscheint in der Hand, im Fuss, in der ganzen Extremität, durchaus mit derselben Deutlichkeit, als wenn sie noch vorhanden wären. Die Amputirten haben daher nach der Operation auch dann am lebhaftesten wieder das Gefühl ihres verlornen Gliedes, wenn der Chirurg wegen anderweitiger Ursachen wieder das Tourniquet anlegt.

Haben die Kranken auch vor der Amputation an einem örtlichen schmerzhaften Schaden gelitten, so wird doch nach der Amputation das ganze Bein schmerzhaft gefühlt, und das ganze Bein schmerzt scheinbar, wenn der Nerve durchschnitten ist und der Amputationsstumpf sich entzündet.

Ich rede nicht von den Träumen der Amputirten, von den lebhaften Empfindungen des ganzen scheinbaren Beins, wenn der Stumpf desselben durch die Lage gedrückt wird, da die Empfindung durchaus bei den Amputirten durchs ganze Leben bleibt.

Beispiele.

1) N. N. eine Frau, welche eine Lähmung der Empfindung am Arme hatte, bekam einen Bruch des kranken Arms, der darauf in Brand überging und amputirt werden musste im Clin. chirurg. zu Bonn. Die Amputation war ohne Empfindung. Allein die Durchschneidung des Nerven musste die Ursache gewesen seyn, dass das Gefühl in dem Nervenstamme wieder erregt wurde. Schon in der Nacht klagte die Frau über Schmerzen in den Fingern.

2) Joh. Wolff, ein Schneidergesell in Bonn, ist vor 12 Jahren am ersten Dritttheil des Oberschenkels wegen Caries im Clin. chirurg. amputirt worden. Er hatte sogleich noch das Gefühl, als wäre das Bein vorhanden, und klagte die folgenden Tage sehr über Schmerzen im Beine bis in die Zehen. In denselben Tagen wurde ein Anderer am Arm amputirt, der auch darauf über Schmerzen in der Hand und am ganzen Arme klagte. Diesen Joh. Wolff habe ich nach 12 Jahren untersucht. Er hat immer noch das Gefühl, als wären die Zehen und die Fussohle vorhan-

den, und zuweilen heftige Schmerzen in der Fusssohle, die er nicht mehr hat. Zuweilen schläft der Stumpf beim Liegen ein, und es tritt dann Formication in den Zehen ein, die auch sonst öfter vorhanden ist. Ich legte an den Amputationsstumpf des Oberschenkels ein Tourniquet an, so dass der Stumpf des N. ischiadicus gedrückt wurde; sogleich sagte Wolff, dass ihm das Bein wie einschlafe, und er konnte ganz deutlich die Formication in den Zehen unterscheiden.

3) N. N., Stud. chirurg., ein Jude, wurde wegen eines Gelenkübels am Ellbogen im Oberarme amputirt. Er hatte, so lange er beobachtet wurde, nicht die Empfindung des verlornen Armes verloren.

4) Herr Stud. Schmidts aus Aachen ist seit 13 Jahren am Oberarm amputirt; die Empfindungen in den Fingern haben nie aufgehört. Herr Schmidts glaubt die Hand immer in einer gekrümmten Stellung zu fühlen. Das scheinbare Prickeln der Finger ist vorhanden, vorzüglich wenn der Stumpf aufliegt und die Stämme der Armnerven gedrückt werden. Ich legte einen Druck gegen die Nervenstämme des Amputationsstumpfes an, sogleich trat die Empfindung von Einschlafen scheinbar im ganzen Arme bis in die Finger ein.

5) N. N., mein Commissionär zur Zeit meines Aufenthalts in Leyden, ist vor 12 Jahren am Oberarm amputirt worden. Er hat zuweilen Gefühle von Formication, wie in den Fingern, besonders wenn der Arm aufliegt.

6) Vir quidam in nosocomio judaico berolinensi, cui pes sinister et alter, cui brachium sinistrum amputatum erat, dicebant ambo, alter post hebd. 14., alter 17.: se per operationum nihil commodi nactos esse; alter querebatur de dolore vehementi pedis et alter brachii, cum tamen non tam male eos habuisset quam in primis hebdomadibus post factam operationem et uterque non per hebdomades, sed per menses hosce, sensus hujus fallacis diminutionem habere fatebatur. Lemos *dissert. inaug. quae dolorem membri amputati remanentem explicat. Hal.* 1798. p. 33.

7) Nunc temporis etiam ibi versatur juvenis, cui ante novem menses brachium sinistrum demtum est. In hoc eadem sensatio sub quinto et sexto mense post operationem decessit, sed mense octavo aliquot dies, ubi vehementior esse coepit, habuit, ut interdiu tantum ope oculi et nocte ope manus alterius jacturae hujus se convincere posset. Ibid. p. 33. Der Verfasser dieser Dissertation erklärt das Factum ungenügend aus der Association der beiden Extremitäten, welche selbst erklärt werden sollte.

8) Ein Chausseegeldeinnehmer in der Nähe von Halle, dem in den Freiheitskriegen der rechte Oberarm durch eine Kanonenkugel zerschmettert und dann amputirt wurde, hat noch jetzt (1833) bei Aenderungen in der Atmosphäre deutliche rheumatische Schmerzen im ganzen Arme, und fühlt dann das an 20 Jahre lang entfernte Stück desselben empfindlich gegen Luftzug. Dass nie die subjective physiologische Empfindung des abgesetzten Gliedtheils verloren wird, bestätigte auch er vollkommen.

*X. Wenn die Fasern, die von dem Stamme in die Aeste über-*

*gehen, an verschiedenen Stellen gereizt sind, so hat man nicht örtlich verschiedene Empfindungen, sondern im Momente der doppelten Reizung eine verstärkte Empfindung in denselben Theilen, zu welchen die Endfasern hingehen.* Man lege sich ein Tourniquet um den Arm dicht über dem Ellbogen, und bringe die Hand zum Gefühl des Einschlafens und der Empfindungslosigkeit. Wenn man das Tourniquet wieder entfernt, so wird das Prickeln wieder stark, wahrscheinlich weil das nun wieder in den Arm strömende Blut wieder die Nerven reizt. In jedem Moment, wo man die prickelnden Finger berührt, wird die Empfindung von Prickeln stärker. Wenn man aber die Nervenstämme in der Achselhöhle und und am Oberarm in diesem Zustande zerrt, so wird die prickelnde Empfindung eben so verstärkt, als wenn man die prickelnden Finger selbst aneinander reibt. Alle diese Thatsachen beweisen einstimmig, dass die in den Stämmen enthaltenen Primitivfasern, welche sich bei ihrer Verzweigung in empfindende Theile begeben, an jedem Orte ihrer Reizung immer dieselbe Empfindung, nämlich die scheinbare in dem peripherischen Ende, haben, dass also die Empfindungen aller Theile durch Primitivfasern, die sich mit dem Rückenmark und Gehirn verbinden, präsentirt werden.

*XI. Gleichwie sich die relative Lage der Primitivfasern an ihren Ursprüngen vom Gehirn und Rückenmark, wo sie Empfindungen erregen, nicht ändert, wenn die relative Lage derselben an ihren peripherischen Enden sich verändert, so werden auch die Ortsempfindungen der Primitivfasern nach der Ordnung ihres Ursprungs sich richten, und nicht nach der veränderten relativen Lage ihres peripherischen Endes.* Der Beweis davon liegt in den Erscheinungen, welche bei künstlicher Lageveränderung der peripherischen Enden eintreten, wie z. B. bei der Transplantation von Hautlappen. Wird bei dem künstlichen Nasenersatz ein Hautlappen der Stirn an der Nasenwurzel umgekehrt und mit dem Nasenstumpf zusammengeheilt, so hat die angeheilte Nase, so lange die Brücke an der Nasenwurzel noch nicht durchschnitten ist, durchaus dieselben Empfindungen, wie wenn die Stirnhaut sonst gereizt worden wäre, d. h. man empfindet die Berührung der neuen Nase an der Stirn. Diess ist eine bekannte chirurgische Erfahrung. Diess dauert aber natürlich nur so lange, als die Communication der Nervenfasern an der Nasenwurzel zwischen der Stirn und der neuen Nase noch besteht. Nach dem Durchschneiden jener Stelle hört diese Versetzung der Empfindung auf; die neue Nase wird dann empfindungslos; später scheint sich einige, aber schwache, Empfindung wieder in derselben auszubilden.

Eine zweite ganz ähnliche und auf dieselbe Art zu erklärende Erscheinung ist, dass, wenn man den Zeigefinger und Mittelfinger einer Hand kreuzweise übereinander legt, und zwischen den zugewandten Seiten der gekreuzten Finger, die sonst die entgegengesetzten Seiten derselben waren, eine kleine Kugel, z. B. eine Erbse, hin und her rollt, man zwei Kugeln zu fühlen scheint. Bei dem Berühren einer kleinen Kugel mit zwei natürlich nebeneinanderliegenden Fingern fühlt man eigentlich keine Kugel, sondern

zwei Convexitäten, welche die Vorstellung oder der Schluss zur Kugel ergänzt, indem die Phantasie sich vorstellt, dass zwei nebeneinander liegende, mit ihren Convexitäten von einander abgewandte Kugelsegmente zu einer Kugel gehören. Kreuzt man nun die Finger, und macht die beiden äusseren entgegengesetzten Seiten der zwei Finger zu inneren, einander zugewandten Seiten, so behalten die Empfindungen der Fasern ihre relative Lage, wie die Fasern zuletzt zum Gehirn kommen, und als wenn keine Kreuzung stattgefunden hätte, d. h. die Empfindung eines nach aussen wirklich convexen Kugelsegementes bei $x$, wird nach $y$ auf die entgegengesetzte Seite transponirt, eben so $x'$ nach $y'$. Der Inhalt der Empfindungen bei $x$ und $y$ bleibt ganz unverändert, eben so der Inhalt der Empfindungen bei $x'$ und $y'$, aber die Eindrücke sind nach der Transposition nicht mehr zwei von einander abgewandte, sondern zwei einander zugewandte Convexitäten; diese muss die Vorstellung zu zwei Kugeln ergänzen, da zwei einander zugewandte Convexitäten nicht einer und derselben Kugel, wohl aber zwei Kugeln angehören können. Diese Erklärung des Phänomens habe ich schon 1826 in meiner Schrift: *Physiologie des Gesichtssinnes. Lpzg.* 1826. *p.* 84. gegeben, wo überhaupt schon die ersten Elemente des mechanischen Theiles der Nervenphysik angedeutet wurden.



*XII. Erhält ein Theil durch eine Nervenanastomose verschiedene Nerven gleicher Art, so kann nach der Lähmung des einen der andere Nerve nicht die Empfindung des ganzen Theiles unterhalten, vielmehr entspricht der Umfang der noch empfindlichen Stellen der Zahl der noch unversehrten Primitivfasern.* Anastomosiren zwei Nerven mit einander, so kann die eine Wurzel der Anastomose nicht die andere ersetzen, so wie die Arterien durch Anastomose einander ersetzen, sondern überall, wo zwei Cerebrospinalnerven sich aneinander legen, um einen dickern Stamm zu bilden, werden durch die Lähmung der einen Wurzel dieses Stammes auch alle Primititivfasern gelähmt, die von diesem Würzelchen in den Stamm treten, und es bleiben nur diejenigen Fasern des Stammes übrig, die von der noch nicht gelähmten Wurzel kommen. Auf diese Art kann nach der Durchschneidung des N. ulnaris, welcher den 5. und 4. Finger, zum Theil auch 3. Finger versieht, dieser nicht durch die Communication dieses Nerven mit dem N. medianus und radialis ersetzt werden, sondern die Durchschneidung des N. ulnaris lähmt die Empfindung in diesen beiden Fingern, wie bekannt ist. Bleibt noch eine geringe Spur von Empfindlichkeit an der Ausseriseite des 4. Fingers zurück, so muss sie von den Primitivfasern herrühren, die vom N. medianus sich zum Ramus volaris des N. ulnaris gesellen. Die geringe Empfindlichkeit, die im Gliede von einem der Nerven zurückbleibt, kann also immer aus nicht communicirenden und nur scheinbar anastomotischen Fasern anderer Nerven erklärt werden. Diese Facta werden vollkommen durch die Geschichte der örtlichen Lähmungen erläutert. In einem Falle, in welchem Earle (*Med. chirurg. transact. Vol. VII.*)

einen Theil des Ulnarnerven hinter dem Condylus int. ossis humeri ausschnitt, konnte der kleine Finger noch fünf Jahre nach der Operation nicht gebraucht werden, und hatte nur unvollkommene Empfindungen. Swan bemerkt hierbei mit Recht, wenn die vermeinte Communication auch nur in einem geringen Grade vorhanden wäre, würden dann nicht die Anastomosen, welche zwischen dem Theil des Ulnarnerven, der unterhalb der Trennung liegt, und dem Nervus medianus und radialis stattfinden, eine hinlängliche Verbindung jenes Theiles mit dem Gehirn unterhalten haben, wenn jenes Fortleiten des Nerveneinflusses so leicht wäre? a. a. O. p. 68. Swan erzählt p. 69. einen andern Fall, wo nach einer Schnittwunde am Vorderarm, drei Zoll vom Handgelenk, wobei der N. radialis und medianus durchschnitten worden zu seyn schienen, im Daumen und den beiden nächsten Fingern, so wie in den Theilen der Hand, welche diesen entsprechen, auf dem Rücken und in der Fläche das Gefühl verloren war, dagegen in dem 4. und 5. Finger und in den Theilen der Hand, in welchen sich der N. ulnaris vertheilt, das Gefühl erhalten war.

Wenn daher Nerven vielfache Anastomosen zu bilden scheinen, und in den Bündeln desselben Stammes nach meinen Beobachtungen oft von zwei Zoll zu zwei Zoll Anastomosen ihrer Scheiden eingehen, während die Primitivfasern parallel fortgehen, so hat die Natur nichts den Anastomosen der Gefässe Gleiches gebildet, sondern vorgesehen, dass dieselben Theile Primitivfasern von verschiedenen Nerven aus erhalten. Diese Anordnung war darum um so nützlicher, als sonst durch Verletzung eines Nerven die Verbindung eines Theiles mit dem Gehirn ganz aufgehoben wäre. Die Anastomose der Bündel der starken Stämme ohne Anastomose der Primitivfasern hat auch noch andere Gründe.

1) Die bewegenden und empfindenden Primitivfasern nach dem Bedürfniss empfindlicher und bewegender Theile zu ordnen und beständig abzuändern, wie es die Mannichfaltigkeit der Organe erfordert, da diese Mannichfaltigkeit bei der gleichen Mischung aller motorischen und sensibeln Fasern noch nicht vorgesehen ist.

2) Indem man die Primitivfasern der Wurzeln der Spinalnerven bei ihrer Insertion im Rückenmark weiter verfolgt, so sieht man, dass, wenn gleich die Bündel der Wurzeln äusserlich vom Rückenmark durch Zwischenräume getrennt sind, die tieferen Ursprünge der angrenzenden Nerven eine continuirliche Reihe von Fasern bilden. Die Sammlung dieser in einer Reihe entspringenden Fasern in Nerven ist daher ein Umstand, der bloss für die bequeme Verbreitung berechnet scheint. Sollen daher die Fasern dieser Collectivstränge nicht das einfache Ordnungsverhältniss, das sie im Rückenmarke haben, ändern, so müssen die Unterschiede der abgetrennten Stämme wieder durch gegenseitiges Abgeben von Primitvfasern aufgehoben werden.

3) Endlich sind auch die Plexus der Cerebrospinalnerven, aus welchen neue Ordnungen von Nerven hervorgehen, die zuweilen stärker sind als die einzelnen eintretenden Nerven, noch

nothwendig. Denn hierdurch werden gewisse Summen von Primitivfasern für gewisse natürliche Gruppen von beweglichen und empfindlichen Theilen vereinigt, wodurch die weitere Vertheilung eines einer Gruppe bestimmten Nerven erleichtert wird. Diese letzte Sammlung könnte man aber vielleicht bloss als ein durch die Lage der Theile nützlich und bequem gewordenes anatomisches Verhältniss betrachten.

### II. Ueber die Irradiation der Empfindungen oder die Mitempfindungen.

Zuweilen erregt eine Empfindung eine andere, oder die Empfindungen breiten sich krankhafter Weise weiter als die afficirten Theile aus. Diese Erscheinungen, die ich *Mitempfindungen* nenne, sind im gesunden Leben nicht selten. Man kann die Erregung des Kitzels in der Nase durch Sehen in helles Licht, auch die ausgedehnten Empfindungen von einer beschränkten, durch Kitzeln erregten Stelle, und die ausgedehnten Empfindungen von Reizung der äusseren Geschlechtstheile beim Coitus, die Empfindungen, welche ein in unserer Nähe gefallener, erschreckender Schuss erregt, die rieselnden Empfindungen und Schauergefühle beim Hören gewisser Töne, z. B. des gekratzten Glases, dieselben Empfindungen beim Beissen auf sandige Substanzen hieher rechnen. Dagegen gehören noch viel mehr pathologische Phänomene hieher, wie z. B. die Ausbreitung des Zahnwehes über den Ort des Reizes auf das ganze Gesicht, die Ausbreitung der Schmerzen von einem afficirten Finger auf die Hand, den Arm, die anderen Finger, ohne dass man immer eine materielle Mittheilung der krankmachenden Ursache annehmen darf. Besonders ausgedehnt sind diese Irradiationen, wenn eine Nervengeschwulst heftige Empfindungen verursacht, und nun auch die umherliegenden Theile, ja selbst entfernte Theile zu schmerzen anfangen, wie man einen hieher gehörenden Fall in *London med. Gazette* 1831, Froriep's *Not.* 888., erzählt findet, wo nach einer Amputation, durch eine am Knochen und der Narbe festgewachsene Geschwulst des N. ischiadicus die Haut des ganzen Amputationsstumpfes, zuweilen auch entfernte Theile, wie die Bauchdecken, sehr schmerzhaft wurden, ohne alle entzündliche Symptome, Empfindungen, welche nach der zweiten Amputation ganz aufhörten. Man braucht sich nur an einer Stelle der Haut heftig und etwas anhaltend zu verbrennen, um sich zu überzeugen, dass hier Mitempfindungen in benachbarten Nervenfasern entstehen, auf welche sich die Krankheitsursache selbst nicht ausdehnt. Für das gesunde Leben würden dergleichen Mitempfindungen sehr hinderlich seyn, daher sie die Natur durch Isolirung der einzelnen Fasern der Nerven verhütet hat; denn wenn die Fasern von zehn verschiedenenen Stellen der Haut in eine irgendwo zusammenflössen, ehe sie zum Gehirn kommen, so könnte das Gehirn auch nur eine einzige Empfindung von zehn verschiedenen Stellen der Haut und an einem Orte haben; und wenn die Primitivfasern der Nerven von

einer Stelle mit den Primitivfasern von neun anderen Stellen zusammenflössen, die getrennt zum Gehirn gelangen, so würden im Zustande der Gesundheit von der Erregung einer einzigen Stelle der Haut, zugleich noch neun andere Empfindungen von anderen Theilen mit zum Gehirn kommen müssen. Diess geschieht nun im Zustande der Gesundheit in der Regel nicht, und es kann auch nicht geschehen, weil die Primitivfasern der Nerven auf ihrem Wege zum Gehirn isolirt bleiben. Wie ist nun aber jene ausnahmsweise stattfindende Mitempfindung zu erklären? Da sich an jeder Stelle der Haut bloss durch die Heftigkeit einer Empfindung Mitempfindungen erregen lassen, so kann man jene Erscheinung nicht durch eine, in einigen Nerven ausnahmsweise stattfindende Verbindung der Primitivfasern erklären. Die Erklärung muss vielmehr auf alle Empfindungsnerven passen. Eben so wenig lässt sich die Irradiation der Empfindung durch die Annahme netzförmiger Verbindung der Primitivfasern an ihren peripherischen Enden in der Haut erklären. Erstens ist eine solche Annahme unerwiesen, und es würde durch die Existenz eines solchen netzförmigen Zusammenhanges der Primitivfasern an den peripherischen Enden, wie es von den zarten Blutgefässen bekannt ist, vielmehr alle Bestimmtheit und Schärfe der Empfindung aufhören müssen; die Irradiation müsste nicht allein ein ganz gewöhnliches Phänomen bei allen Empfindungen seyn, was sie nicht ist, sondern es müsste alle örtliche Empfindung aufgehoben seyn, denn die Reizungen würden durch alle diese Netze eben so leicht zu allen anderen Primitivfasern als zu denjenigen gelangen, welche direct von jenem supponirten Netz zum Gehirn führen. Man kann zwei Erklärungen der Erscheinung aufstellen.

1) Man erklärt solche Mittheilung der Empfindung aus vorausgesetzten Eigenschaften der Ganglien der Empfindungsnerven. Bekanntlich haben alle eigentlichen Gefühlsnerven ein Ganglion an ihrer Wurzel. Reil (*Archiv für Physiol. Bd.* 7.) verglich die Ganglien des Nervus sympathicus mit Halbleitern, welche die zu schwachen Eindrücke im Nervus sympathicus nicht zum Gehirn leiteten, während sie, wie ein Halbleiter der Electricität grössere Mengen angehäufter Electricität durchlässt, auch sehr heftige Reizungen leiten sollten, und welche auch den Einfluss des Gehirns und Rückenmarks auf den N. sympathicus nur beschränkt zulassen sollten. Diese Hypothese könnte man nun auch auf die Ganglien der Empfindungsnerven anwenden; man könnte sagen, diese graue Masse, durch welche die Primitivfasern ohne Neurilem durchgehen, ist als Halbleiter nicht im Stande, eine schwache Reizung der einzelnen Primitivfasern in sich selbst fortzupflanzen und den anderen, durch das Ganglion durchgehenden Fasern mitzutheilen, daher geschieht bei schwachen Empfindungen die Leitung von einer Empfindungsfaser nicht durch die graue Masse nach den Seiten, sondern nur durch die Primitivfaser, welche das Ganglion durchzieht, durch. Werden aber Empfindungen sehr heftig, so wird der Halbleiter des Nervenfluidums zum Leiter, und lässt einen Theil jenes Princips auf die anderen, das

Ganglion durchziehenden Primitivfasern überspringen, wodurch eine Irradiation der Empfindung, eine Mitempfindung entsteht.

2) Die zweite Erklärung der Mitempfindungen nimmt auf diese bloss vorausgesetzte und unerwiesene Eigenschaft der Ganglien der Empfindungsnerven keine Rücksicht; sie leitet die Mitempfindung von Irradiation der Reizung im Rückenmark oder Gehirn selbst ab, auf ähnliche Art, wie bei den reflectirten Bewegungen von dem Empfindungseindruck im Rückenmark sich eine Irradiation bis zu den motorischen Nerven bildet (Cap. III.). Hier wäre nur der Unterschied, dass die Irradiation des ursprünglichen Empfindungseindruckes im Rückenmark nicht zu motorischen Nerven, sondern zu den in der Nähe entspringenden anderen Empfindungsfasern, oder wenigstens ausser den motorischen Nerven auch zu Empfindungsnerven gelangte. Für die Richtigkeit dieser letztern Erklärung spricht die Analogie der Irradiation der Empfindungseindrücke im Rückenmark bis zu motorischen Nerven, und zugleich der Umstand, dass auch Empfindungsnerven ohne Ganglien, wie die Markhaut des N. opticus bei der Lichtempfindung, einiger Irradiation fähig sind, also die erste Erklärung nicht ausreicht.

Wie soll man sich nun die secundäre Erregung der anderen Empfindungsfasern oder Empfindungsnerven vom Gehirn und Rückenmark aus denken? Durch Reflexion vom Gehirn und Rückenmark aus? Geht in diesen Nerven ein Strom vom Gehirnende oder Rückenmarksende des Nerven bis zum peripherischen Ende des Nerven und wieder rückwärts, oder wird durch Reflexion, wenn kein Strömen, sondern Oscillation des Nervenprincips stattfindet, vom Gehirn aus ein zweiter Nerve in Oscillation gesetzt? Höchstwahrscheinlich findet jedenfalls eine Reflexion vom Rückenmark oder Gehirn auf einen Empfindungsnerven statt. Doch muss man bemerken, dass zu dieser Erklärung die Voraussetzung gehört, dass in den Empfindungsfasern die Strömungen oder Schwingungen eben so gut rückwärts als vorwärts stattfinden können. Ob diess möglich ist, oder ob in den Empfindungsnerven bloss centripetale Bewegungen stattfinden können, ist noch unbekannt. Daher es interessant ist, auch eine Erklärung für den Fall zu kennen, wenn keine centrifugale Bewegung in den Empfindungsnerven, sondern nur in den motorischen möglich seyn sollte. Da es für eine Empfindung gleich scheint, ob das Ende oder die Mitte, oder der Ursprung einer Faser im Gehirn und Rückenmark afficirt wird; vielmehr in allen diesen Fällen die Empfindung nur eine und dieselbe ist, und in den äusseren Theilen, zu welchen der Nerve hingeht, angenommen wird, so kann durch blosse Irradiation eines Eindrucks von einem Empfindungsnerven in der Substanz des Rückenmarks und Gehirns selbst bis auf die Ursprungsstellen anderer Fasern, Ausbreitung der Empfindung entstehen. Wir wissen ja, dass bei Affectionen des Rückenmarks die Empfindungen auch in den äusseren Theilen zu seyn scheinen, wie z. B. die Entzündung des Rückenmarks mit den heftigsten Schmerzen in den Gliedern verbunden ist, während doch die Nerven dieser Theile vom Rückenmark aus nach aussen hin keine Empfindungen erregen können. Auch die Empfindung der Formication in der äussern

Haut ist oft nur eine im Rückenmark selbst ihre Ursache habende Empfindung; ja diese Empfindung, wenn sie nicht durch Druck auf die Nerven selbst verursacht wird, ist sogar ein fast constantes Symptom aller Rückenmarksaffectionen, mögen sie vorübergehend seyn, wie in der Epilepsie, oder dauernd wie bei Neuralgia dorsalis und Tabes dorsalis. Dieser Empfindungen im Rückenmark wird man sich auch nicht dort bewusst, wo man sich die Lage desselben vorstellt. Das Ameisenlaufen findet bei Rückenmarkskrankheiten nicht im Laufe des Rückgraths statt, sondern eben in allen Theilen, zu welchen der verletzte Theil des Rückenmarks Nerven schickt. Eben so mag es auch wohl mit der Irradiation der Empfindungen seyn.

### III. Ueber die Vermischung oder Coincidenz mehrerer Empfindungen.

Die Schärfe und Deutlichkeit der Empfindungen scheint von der Zahl der Primitivfasern abzuhängen, welche sich in einem Theile verbreiten; je sparsamer diese Fasern aber einem Organe zugetheilt sind, um so eher wirken die Eindrücke auf mehrere naheliegende Theile nur auf eine einzige Primitivfaser, und um so leichter müssen diese Eindrücke auf verschiedene Theile der Haut mit einander verwechselt werden. E. H. Weber hat sehr interessante Beobachtungen über den Grad der Schärfe der Empfindungen, in Hinsicht der Unterscheidung der Distanzen an den verschiedensten Theilen des Körpers angestellt. *Annotat. anat. et physiol. p.* 44—81. Diese Versuche wurden so angestellt, dass die Haut bei verschlossenen Augen mit den Schenkeln eines Stangencirkels, dessen Enden mit Korkstöpseln versehen waren, berührt wurde. Weber suchte dann, bei welcher Entfernung der beiden Schenkel diese Entfernung bemerkt werden konnte. Bei diesen zahlreichen Versuchen haben sich folgende Resultate ergeben: Vor allen Theilen zeichnen sich die Enden des dritten Fingergliedes und die Zungenspitze durch die Deutlichkeit der Empfindungen aus; hier wurde nämlich schon eine Entfernung der beiden Schenkel von ½ Linie bemerkt. Auf dem Rücken der Zunge war schon eine Entfernung von 2 Linien nöthig, wenn zwei und nicht eine Empfindungen entstehen sollten. Mit den Fingerenden und der Zungenspitze bemerkte Weber leichter die Distanz in longitudinaler Richtung; auf dem Rücken der Zunge, im Gesicht, am bebaarten Theil des Kopfes, am Halse, am ganzen Arme und Fuss, dagegen leichter bei transverseller Stellung der beiden Schenkel. Die folgende Tafel giebt die Feinheit des Gefühls in den verschiedenen Theilen nach den Distanzen der Schenkel an, welche nöthig waren, dass zwei und nicht eine Empfindung entstanden.

| | |
|---|---|
| Zungenspitze | ½‴ |
| Volarfläche des 3. Fingergliedes | 1 |
| rothe Oberfläche der Lippen | 2 |
| Volarfläche des 2. Fingergliedes | 2 |
| Dorsalfläche des 3. Fingergliedes | 3 |
| Nasenspitze | 3 |

| | |
|---|---|
| Volarfläche über den Capitula oss. metacarpi | 3‴ |
| Zungenrücken 1″ von der Spitze | 4 |
| nicht rother Theil der Lippen | 4 |
| Rand der Zunge 1″ von der Spitze | 4 |
| Mittelhand des Daumens | 4 |
| Spitze des grossen Zehen | 5 |
| Dorsalfläche des 2. Fingergliedes | 5 |
| Volarfläche der Hand | 5 |
| Wangenhaut | 5 |
| äussere Oberfläche der Augenlieder | 5 |
| Schleimhaut des harten Gaumens | 6 |
| Haut über dem vordern Theile des Jochbeins | 7 |
| Plantarfläche des Mittelfusses des grossen Zehen | 7 |
| Dorsalfläche des 1. Fingergliedes | 7 |
| Dorsalfläche über den Capitula oss. metacarpi | 8 |
| Schleimhaut am Zahnfleisch | 9 |
| Haut hinten über dem Jochbein | 10 |
| unterer Theil der Stirn | 10 |
| unterer Theil des Hinterhauptes | 12 |
| Handrücken | 14 |
| Hals unter dem Unterkiefer | 15 |
| Scheitel | 15 |
| an der Kniescheibe | 16 |
| Haut über dem Heiligenbein | 18 |
| am Acromion | 18 |
| am Gesäss | 18 |
| am Vorderarm | 18 |
| am Unterschenkel beim Knie und Fuss | 18 |
| am Fussrücken bei den Zehen | 18 |
| auf dem Brustbein | 20 |
| am Rückgrath an den 5 obersten Rückenwirbeln | 24 |
| am Rückgrath beim Hinterhaupt | 24 |
| am Rückgrath in der Lendengegend | 24 |
| am Rückgrath in der Mitte des Halses | 30 |
| am Rückgrath in der Mitte des Rückens | 30 |
| in der Mitte des Arms | 30 |
| in der Mitte des Schenkels | 30 |

An den Theilen von schärferer Empfindung wurde die Distanz der Schenkel des Cirkels scheinbar grösser empfunden als an den Theilen mit unbestimmterem Gefühl. Wurde eine horizontale Linie um den Thorax gezogen, und die Schenkel des Cirkels in dieser Linie aufgesetzt, so wurde die Distanz an zwei Stellen vorn und hinten, in der Mitte deutlicher empfunden. Wurde der Cirkel in der Gegend jener Linie parallel mit der Längenachse des Körpers aufgesetzt, so zeigten sich vier Stellen von deutlicher Empfindung, zwei in der vordern und hintern Mittellinie, zwei an den Seiten. Wurden in einer Längenlinie vom Kinn bis zur Schaam die transversell oder longitudinell gestellten Schenkel des Cirkels aufgesetzt, so war die Deutlichkeit der Empfindung am Kinn am stärksten, am Halse schwächer, am Brustbein wieder stärker, am obern Theil des Bauches

wieder schwächer, am Nabel wieder stärker, in der Gegend der Symphyse der Schaambeine wieder schwächer. In der hintern Mittellinie war die deutlichste Empfindung unter dem Hinterhaupt und am Steiss. In der Seitenlängslinie des Rumpfes war die Empfindung deutlicher unter der Achsel und in den Weichen.

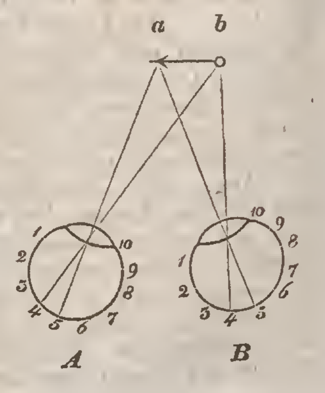
Die Deutlichkeit der Empfindung hängt nicht gerade von der Gegenwart und Zahl der Papillen ab. Denn die Brustwarzen hatten eine undeutliche Empfindung, und die Empfindung auf der Zunge war nur an der Spitze am deutlichsten; deshalb nimmt Weber an, dass der Unterschied von der Zahl, dem Laufe und der Endigung der Nervenfäden abhänge. Ich theile ganz diese Ansicht und bemerke bloss, dass vielleicht auch die leichtere oder schwierigere Irradiation an verschiedenen Stellen des Gehirns und Rückenmarks einigen Antheil an diesem Phänomen haben kann.

Die feinste Empfindung der Distanzen findet auf der Markhaut des Auges statt. Für die Mechanik der Empfindungen ist es interessant, dass die Grösse der Kügelchen in der Markhaut mit der Grösse eines kleinsten empfindlichen Punktes auf derselben übereinstimmt. E. H. Weber *Anatomie I. p.* 165. Weber fand die Kügelchen der Netzhaut $= \frac{1}{8000}$ bis $\frac{1}{8400}$ p. Zoll im Durchmesser; der kleinste Gesichtswinkel, unter welchem zwei Punkte unterschieden werden können, ist 40″. Daraus berechnet Smith, dass ein kleinster empfindlicher Punkt der Markhaut des Auges $\frac{1}{8000}$ Zoll beträgt. Weber bemerkt hierbei, dass, wenn zweierlei Eindrücke auf einem solchen Punkte stattfinden, sie als ein einziger empfunden werden müssen. Baumgaertner erklärt das Undeutlichwerden von Gegenständen, deren Ausdehnung unter 13 Secunden erscheint, aus der physiologischen Irradiation. *Zeitschrift für Physik und verwandte Wissenschaften. II. Bd. 3. Hft. p.* 236.

Eine sehr merkwürdige Vermischung oder Identification der Empfindungen findet in einem einzigen Fall bei den Empfindungen der gleichnamigen Nerven der rechten und linken Seite, nämlich der beiden N. optici statt. Diess ist eine, im ganzen Organismus sonst nicht vorkommende Erscheinung, welche auch nur in besonderen Verhältnissen der Structur ihre Ursache haben kann. Die Empfindungen der gleichnamigen Gefühlsnerven der rechten und linken Seite werden im Bewusstseyn sonst nie an einem Ort empfunden. Was die rechte Hand empfindet, wird nicht an demselben Orte empfunden, wie die Empfindungen der linken Hand, sondern es werden die Eindrücke beiderlei Nerven im Bewusstseyn nebeneinander, nicht ineinander gesetzt. Bei den Augen oder den Sehnerven tritt aber die Anomalie ein, dass gewisse Fasern des einen Sehnerven, mit gewissen Fasern des andern Sehnerven nur eine einzige gemeinsame Empfindung haben, wodurch das einfache Sehen mit zwei Augen bedingt wird. Es haben zwar Einige behauptet, dass wir wechselsweise immer nur mit einem Auge sähen. Wer aber an der gleichzeitigen Thätigkeit beider Augen zweifeln kann, hat nie die so häufig in demselben Gesichtsfelde vorkommenden Doppel-

bilder der Gegenstände beobachtet, wovon das eine dem einen, das andere dem andern Auge angehört. Um sich davon zu überzeugen, betrachte man zwei in einer geraden Linie in einiger Entfernung hintereinander stehende Körper, z. B. Stecknadeln oder die hintereinander gehaltenen Finger. Fixirt man nun den nähern Finger, indem beide Augenachsen darin zusammenkommen, so sieht man den fernern Finger doppelt, fixirt man den fernern Finger, so sieht man den nähern doppelt; durch Schliessen des einen Auges kann man sich bald überzeugen, dass eines der Doppelbilder dem einen, das andere dem andern Auge angehört.

Dass es in beiden Augen gewisse Theile der Markhäute oder des Sehnerven giebt, welche identische Empfindungen haben, und andere, welche nicht identische Empfindungen haben, kann man auch durch einen sogenannten subjectiven Versuch beweisen; nämlich durch Druck auf gewisse seitliche Stellen des geschlossenen Auges im Dunkeln, und die durch Druck der Markhaut entstehenden Lichtbilder. Diese Druckbilder erscheinen immer umgekehrt. Drückt man das Auge unten, so erscheint das Druckbild oben im Sehfelde des Auges, drückt man oben, so erscheint es unten; drückt man an der rechten Seite, so erscheint es links, und umgekehrt. Wenn man nun die linke Seite beider Augen drückt, so entsteht statt zwei Druckbilder nur eins, dagegen man beim Druck des einen Auges auf der linken, des andern auf der rechten Seite zwei einander entgegengesetzte Figuren sieht. Drückt man beide Augen oben, so erscheint nur ein Druckbild unten; drückt man beide unten, so erscheint nur ein Druckbild oben. Drückt man aber das eine Auge oben, das andere unten, so erscheinen zwei Bilder, das eine oben, das andere unten. Bei diesen Versuchen muss man nicht an dem vordern Umfange des Auges drücken, weil dort keine Markhaut sich befindet, sondern man muss das Auge in der Tiefe drücken. Diese Versuche beweisen schon die Identität der Empfindungen in gewissen Stellen der Netzhäute beider Augen, die Differenz der Empfindungen an anderen Stellen; beide Markhäute müssen in der Empfindung gleichsam als ineinander liegend gedacht werden, so dass alle Punkte der Markhäute der beiden Augen, welche (das Auge als Kugel gedacht) in gleichen Länge- und Breitegraden liegen, für die Empfindung identisch sind, alle anderen Punkte der beiden Markhäute sich gegeneinander als different verhalten, gerade so wie verschiedene Punkte der Markhaut eines einzigen Auges. Noch viel bestimmter lässt sich diess durch sogenannte objective Versuche zeigen.




In beistehender Figur sollen die Augen mit ihren Achsen den Punkt *a* fixiren; die Netzhäute seyen in 10 Maasstheile getheilt, dann wird der Punkt *a* in dem Auge *A* bei 5, und eben so in dem Auge *B* erscheinen;

der Punkt *b* erscheint in beiden Augen gleichweit von 5 nach links entfernt bei 4. Also nimmt das Bild in beiden Augen die Maasstheile 4—5 ein; es wird einfach gesehen; diese Stellen sind identisch; denn 1 ist mit 1, 2 mit 2, 3 mit 3, 4 mit 4, 5 mit 5 identisch. Fällt aber das Bild nicht auf solche identische Stellen, so erscheint es doppelt, z. B.

In der zweiten Figur sollen die beiden Augen so gestellt seyn, dass sie den Punkt *a* fixiren; ist diess ein Object, so wird es einfach gesehen, alles, was vor oder hinter *a* liegt, erscheint dagegen in Doppelbildern. Z.B. *b* hinter dem Fixationspunkt *a*, wirft das Bild in dem Auge *A* auf 6, in dem Auge *B* auf 4, erscheint doppelt; von zwei hinter einander gehaltenen Fingern erscheint der hintere doppelt, wenn der vordere fixirt wird. Die Entfernung der Doppelbilder beträgt die Distanz von 6—4 im Verhältniss zum ganzen Sehfeld 1—10, und der Ort ist 6 und 4. Der Punkt *c* in beistehender Figur, welcher vor dem Fixationspunkt *a* liegt, wirft dagegen sein Bild in *A* auf 4, in *B* auf 6; er wird doppelt gesehen, denn 4 ist nicht mit 6, sondern 4 mit 4, und 6 mit 6 identisch. So erscheint von zwei hinter einander gehaltenen Fingern der vordere doppelt, sobald der hintere fixirt wird. Man sieht also deutlich, dass beide Sphären der Augen, auf das feinste in Breiten- und Längengrade, Minuten, Secunden eingetheilt, in allen gleichnamigen Punkten identisch, in allen verschiedenen different sind, und dass sich die Entfernung der Doppelbilder jedesmal nach der Entfernung der afficirten Theile beider Netzhäute, diese als auf einander liegend gedacht, bestimmen lässt.

Da die Sehnerven beider Seiten durch Einheit der Empfindung bei der Affection gewisser Theile von allen anderen Nerven abweichen, alle anderen Nerven aber durch den getrennten Verlauf der Primitivfasern übereinstimmen, so muss man auf den Gedanken kommen, dass in den Sehnerven auch die Organisation der Primitivfasern verschieden seyn müsse, und dass die Fasern beider Sehnerven, welche einfach sehen, auch nur in einem, statt in zweien Punkten mit dem Gehirn zusammenhängen. Diess lässt sich im Allgemeinen zwar von den einzelnen Fasern noch nicht, aber doch von den Faserbündeln erweisen. Denn bekanntlich geht jede Sehnervenwurzel vom Chiasma nervorum opticorum nicht zu einem, sondern zu beiden Augen, indem die äusseren Fasern einer Sehnervenwurzel am Chiasma zur äussern Seite des Sehnerven ihrer Seite fortgehen, während die inneren Fasern kreuzend zur innern Seite des Sehnervens der andern Seite, und so zum Auge fortgehen, so dass der äussere Theil der Netzhaut des einen Auges, und der innere Theil der Netzhaut des andern Auges von der einen der beiden Sehnervenwurzeln gebildet wer-

den, oder mit andern Worten, dass die linken Theile der beiden Netzhäute von den zwei Branchen der linken Sehnervenwurzel, die rechten Theile der beiden Netzhäute von den zwei Branchen der rechten Sehnervenwurzel gebildet werden, was ganz mit den Facten über das einfache Sehen übereinstimmt. In Hinsicht des Baues des Chiasma nervorum opticorrum siehe J. Mueller *vergleichende Physiologie des Gesichtssinnes. p.* 96. 117—134. Diese Theorie des einfachen Sehens ist schon von Newton in den optischen Quästionen, neulich aber von Wollaston (*ann. de chim. et phys.* 1824. *Sept.*) vorgetragen worden. Allein die blosse Theilung einer Sehnervenwurzel in zwei Branchen für die identischen Theile beider Markhäute erklärt die Erscheinung nicht vollständig; denn der linke Theil der Netzhaut *A* von 1 — 5 ist nicht durchweg identisch mit dem linken Theil der Netzhaut *B* von 1 — 5, sondern gewisse Punkte des linken Theils beider Netzhäute sind nur identisch, nämlich die gleiche Längen- und Breitengrade in beiden Sphären einnehmen; 1 ist mit 1, 2 mit 2, 3 mit 3, 4 mit 4 u. s. w. identisch; 1 des einen Auges aber nicht identisch mit 5 des andern Auges. Daher fordert die Theorie zur Erklärung des einfachen Sehens, dass nicht bloss eine Sehnervenwurzel sich in zwei Branchen theilt, sondern dass sich jede Primitivfaser einer Sehnervenwurzel im Chiasma in zwei Branchen für die beiden Sehnerven theilt, so dass die identischen Fasern beider Sehnerven nur in einem Punkt, nämlich durch eine Wurzelfaser, mit dem Gehirn zusammenhängen, und daher nur einen Eindruck trotz zwei Recipienten bilden. Siehe die Figur. So weit reichen indess nicht die anatomischen Data; denn bis jetzt lässt sich diese Theilung jeder Faser im Chiasma nicht beweisen. So befriedigend die Lösung des Problems scheint, die ich oben gegeben, und die ich bereits 1826 gab, so stimmen doch mehrere Data mit dieser Supposition im Chiasma nicht überein. Erstens müsste die Sehnervenwurzel noch einmal so dünn als der Sehnerve seyn, und dann müsste jeder Punkt der Netzhaut das Ende einer Faser des Sehnerven seyn. Wenn diess wäre, so müssten im hintern Theil der Netzhaut noch alle Fasern zusammen liegen, die sich weiter vorn ausbreiten; und es müsste die Netzhaut von hinten nach vorn an Dicke abnehmen. Auch müsste bei einer Verletzung der einen Seite des Gehirns immer die Hälfte beider Augen gelähmt seyn, dagegen darauf entweder Blindheit des einen oder des andern folgt und bei Thieren sogar jedesmal Blindheit des entgegengesetzten Auges eintritt. Uebrigens ist die von mir gegebene Lösung, wenn gleich hypothetisch, doch die einzige, welche jetzt möglich ist.

## *III. Capitel.* Von der Reflexion in den Bewegungen nach Empfindungen.

Die Beobachtungen, welche in diesem Capitel vorgetragen werden, sind neu und zeigen einen abermaligen entschiedenen

Fortschritt unserer Wissenschaft an. Sie betreffen Phänomene von sogenannten sympathischen Bewegungen nach Empfindungen, welche man sonst sehr freigebig durch den N. sympathicus ausüben liess, von denen sich indess evident erweisen lässt, dass sie ganz unabhängig von dem N. sympathicus erfolgen. Da die hieher gehörigen Erscheinungen ungemein zahlreich sind, und einen grossen Theil der Erscheinungen umfassen, welche man sonst ohne allen Beweis von dem N. sympathicus ableitete, so scheint sich die Bedeutung des N. sympathicus in der Erklärung der Nervensympathien immer mehr zu vermindern. Wie sehr sich dieser Theil der Physiologie umgestaltet hat, geht deutlich hervor, wenn man die Erklärung eines grossen Theils der Nervensympathien vergleicht, welche der treffliche Tiedemann im Jahre 1825 (*Zeitschrift für Physiologie* I.) versuchte. Die Erklärungen der Sympathien durch den N. sympathicus erklären alles und wieder gar nichts. Denn wie sollte es wohl um diese Lehre stehen, wenn die augenscheinlichsten und so oft eintretenden Sympathien zwischen Uterus und Brüsten, Parotis und Hoden, Kehlkopf und Hoden, und so viele andere dieser Erklärung unzugänglich sind. Wir wollen nicht geradezu läugnen, dass der N. sympathicus nicht auch bei einigen sympathischen Erscheinungen eine Rolle spiele. Nur läugnen wir geradezu, dass der N. sympathicus in allen den sogenannten sympathischen Erscheinungen mitwirke, welche in diesem Capitel untersucht werden, und wir finden es sehr wahrscheinlich, dass der N. sympathicus überhaupt dem grössten Theile derjenigen Nervensympathien fremd ist, bei welchen auf Empfindungen Bewegungen, oder auf Empfindungen andere Empfindungen, oder auf Bewegungen Bewegungen stattfinden. Die Erklärung der Sympathie durch Nervenverbindung wurde an sich schon durch die microscopische Anatomie der Primitivfasern sehr misslich. Denn was soll aus diesen Erklärungen werden, wenn wir bis jetzt zwar Verbindungen der Bündel der Nerven, aber keine Vereinigungen der Primitivfasern kennen. Daher eine blosse Nervenverbindung zumal ohne Ganglion an jener Stelle an und für sich bei dem heutigen Zustande der Wissenschaft gar keine Sympathie mehr erklären kann.

Die hier zu untersuchenden Phänomene sind fast zu gleicher Zeit von mir und Marshall Hall beobachtet worden. Wie der grösste Theil der Nervenphysik, wie sie hier gegeben wird, bereits seit mehreren Jahren vollendet war, so war auch dieses Capitel über die reflectirten Bewegungen nach Empfindungen seit mehreren Jahren schon fast gerade so niedergeschrieben, wie es hier gegeben wird. Dass diese Erklärung aufrichtig ist, geht aus der ersten Abtheilung dieses Handbuchs hervor, welches im Frühling 1833 erschien, und welches p. 333—335. schon die Grundsätze über die reflectirten Bewegungen und Empfindungen aus Beobachtungen entwickelt, welche hier weiter ausgeführt werden. Merkwürdiger Weise sind dieselben Ideen selbst mit denselben Beispielen und Beobachtungen an narcotisirten Thieren in demselben Jahre von Marshall Hall in den *philos. transact.* 1833. vorgetragen worden. Obgleich diese Ideen unabhängig von einander entstanden waren, so ist doch die grosse Uebereinstim-

mung in den Beobachtungen und Erklärungen nicht schwer zu begreifen, wenn man bedenkt, wie die Ausbildung der Nervenphysik eine Consequenz erlangt hat, welche die entferntesten Beobachter gleichzeitig zu gleichen neuen Beobachtungen und Erklärungen führen kann. Ich werde in dem Folgenden meine Beobachtungen so mittheilen, wie sie ursprünglich entstanden sind, und sie darauf mit den Resultaten des englischen Arztes und Physiologen vergleichen.

Wenn Empfindungen, welche durch äussere Reize auf Empfindungsnerven hervorgebracht werden, Bewegungen in anderen Theilen hervorbringen, so geschieht diess niemals durch eine Wechselwirkung der sensibeln und motorischen Fasern eines Nerven selbst, sondern, indem die sensorielle Erregung auf das Gehirn und Rükkenmark, und von diesen zurück auf motorische Fasern wirkt. Dieser für die Physiologie und Pathologie äusserst wichtige Satz bedarf eines strengen Beweises, der sehr gut empirisch geführt werden kann, und erklärt dann eine Menge physiologischer und pathologischer Erscheinungen.

Ich werde zuerst beweisen, dass die motorischen und sensibeln Fasern eines Nerven nach der Verbindung beider Wurzeln keine Verbindung mit einander eingehen, sondern getrennt bis zu ihren respectiven Theilen verlaufen, und dass daher auch in den Fällen, wo die Nervensympathie nicht im Spiele ist, die sensorielle und motorische Faser eines Nerven selbst durchaus keine Wechselwirkung haben.

Der Beweis dieses Satzes lässt sich leicht auf folgende Art führen: Reizt man einen gemischten Nerven, den man durchgeschnitten, an seinem centralen Stücke, wodurch heftige Schmerzen entstehen, so kann das Thier zwar diese Schmerzen durch Bewegungen zur Flucht, Schreien u. s. w. ausdrücken, allein die mit dem gereizten Nervenstumpf zusammenhängenden Muskelnerven werden nicht zu Actionen veranlasst. Es entstehen keine Zuckungen in den Muskeln, die von dem Nervenstumpfe Aeste erhalten.

Man kann diesen Satz auch folgendermaassen beweisen: Da die drei Nerven für die hintere Extremität beim Frosch einen Plexus bilden, der wieder zwei Nerven abgiebt (siehe oben p. 658.), so durchschneide man einen der letzten Nerven und isolire ihn von allen seinen Verbindungen mit Muskeln, und reize dann mechanisch das centrale Stück. Diese Zerrung bewirkt eine centripetale Erregung der sensoriellen Fasern dieses Nerven, allein die anderen Muskelnerven, die aus demselben Plexus hervorgehen, erregen bei der Quetschung des isolirten Nerven keine Zuckung ihrer Muskeln. Dass ferner die bei narcotisirten Fröschen und anderen Thieren auf jede Berührung eintretenden allgemeinen Zuckungen nur durch das Rückenmark und Gehirn selbst vermittelt werden, lässt sich definitiv beweisen. Denn schneidet man ein Glied des narcotisirten Frosches ab, so bewirkt die Berührung derselben keine Zuckungen dieses Gliedes mehr. Noch instructiver sind diese Versuche beim Erdsalamander.

Der gefleckte Erdsalamander behält nach Durchschneidung des

Rückenmarks überaus lange die sogenannte Empfindungskraft in allen Theilen unter dem Schnitte, oder wenn man diess nicht Empfindungskraft nennen will, die Fähigkeit, Empfindungseindrücke auf das Rückenmark zu verpflanzen und durch Zuckung zu reagiren. Selbst das Schwanzende ist noch empfindlich, ja diese Empfindlichkeit ist durch die Durchschneidung des Rückenmarks eben so erhöht, als bei Fröschen, welche vorher narcotisirt waren. Berührt man einen abgeschnittenen Theil des Rumpfes vom Erdsalamander nur ganz leise, so zieht er sich jedesmal zusammen; diess dauert noch Stunden lang. Allein diess interessante Phänomen zeigt sich nur dann, wenn in dem abgeschnittenen Theile noch Rükkenmark enthalten ist, nicht aber in den abgeschnittenen ganzen Gliedern, welche nichts vom Rückenmark enthalten. Diese interessanten Thatsachen beobachtete ich bereits vor mehreren Jahren, 1830, als ich mit Herrn Jordan Versuche über das Gift der Hautdrüsen beim gefleckten Salamander anstellen wollte.

Es geht hieraus hervor, dass die bei den Thieren auf Berührung einzelner Theile erfolgenden allgemeinen Zuckungen nicht durch Communication sensorieller und motorischer Fasern der Nerven geschehen, sondern dass das Rückenmark das Bindeglied zwischen der sensoriellen-centripetalen, und der allgemeinen motorischen-centrifugalen Erregung ist.

Das Phänomen allgemeiner Zuckungen nach örtlichen Empfindungen ist daher auch vom N. sympathicus unabhängig, und ist durch eine Irritation des Rückenmarks bedingt, wodurch jede ganz örtliche, sensorielle-centripetale Erregung sich auf das ganze Rückenmark und Gehirn verpflanzt, und von dort aus nothwendig alle motorischen Fasern anregt. Jene Irritation wird aber durch folgende Ursachen erregt:

1) Bei manchen Thieren durch blosse Zerschneidung und Quetschung des Rückenmarks. So zucken die Schildkröten noch nach abgeschnittenem Kopf, so oft sie berührt werden; so zucken ganz junge Vögel bei der Berührung im Moment nach der Decapitation. So zucken alle Theile des zerschnittenen Rumpfes beim Erdsalamander nach der Berührung.

2) Ferner wird das Rückenmark in diesem Grade irritirt durch das erste Stadium narcotischer Vergiftung bei den Fröschen, auch bei den Säugethieren, die nach Vergiftung mit Nux vomica sogleich zucken, wo und wie man sie anfasst. Diess Stadium der reizbaren Schwäche geht bei der Narcotisation fast immer dem Stadium der paralytischen Schwäche voraus.

3) Auch andere Ursachen, welche das Gehirn und Rückenmark durch Reizung schwächen, bewirken dasselbe Phänomen. Bei Menschen mit reizbarer Schwäche des Nervensystems bewirkt jede unvorhergesehene Empfindung, Schall, Berührung, mechanische Erschütterung, ein allgemeines Zusammenfahren. So bei Menschen, die durch Reizung der Genitalien und dadurch des Rückenmarks oder durch andere Ursachen sich eine reizbare Schwäche des Rückenmarks zugezogen haben. Man kann hiebei einen Blick auf das Wesen der Nervenirritation thun. Alle Nervenreizung kann hintereinander drei Zustände bedingen. Zuerst

Reizung, wobei die Kräfte noch unversehrt scheinen; 2. in dem Maasse, als die Reizung wiederholt wird, reizbare Schwäche; 3. atonische Schwäche.

4) Eine örtliche heftige Erregung eines Empfindungsnerven kann durch die Heftigkeit der centripetalen Erregung des Gehirns und Rückenmarks auch Zuckungen und Zittern veranlassen, wie nach einem heftigen örtlichen Verbrennen, beim Zahnausreissen etc.

5) Oertliche Reizungen der Nerven durch Entzündung oder knotige Anschwellung bewirken auch öfter allgemeine Krämpfe, selbst Epilepsie.

6) Die von der örtlichen sensoriellen Erregung entstehende Irritation des Rückenmarks kann bei heftigen Verletzungen so stark seyn, dass die Zuckungen beständig sind und selbst ohne Berührung fortdauern. Diese von heftigen örtlichen Nervenverletzungen entstehende Irritation des Rückenmarks ist der Tetanus traumaticus. Jede heftige Irritation des Rückenmarks überhaupt ist Tetanus, sey sie durch narcotische Gifte oder örtlich und mittelbar veranlasst. Ich habe hier gezeigt, wie die Entstehung des Tetanus traumaticus aus einfachen, empirisch festgestellten Thatsachen zu begreifen ist.

7) Auch die heftige Irritation der sympathischen Nerven des Darmkanals erregt durch Rückwirkung auf die Centraltheile secundäre allgemeine Krämpfe, und so sind die Krämpfe in der sporadischen Cholera zu erklären; so die Zuckungen in Krankheiten der Eingeweide bei Kindern.

Die bisherigen Betrachtungen führen uns indess hier nur zunächst zur Feststellung der Thatsache, dass, wo immer durch örtliche Empfindung allgemeine Zuckungen entstehen, diess durch keine andere Verbindung sensorieller und motorischer Fasern geschieht als die des Rückenmarks. In sehr vielen Fällen entstehen aber nach örtlicher Reizung der Nerven nicht allgemeine, sondern örtliche Zuckungen, die indessen auch immer durch das Rückenmark als Bindeglied der sensoriellen und motorischen Fasern erklärt werden müssen. Die Fälle, welche sich hierbei aufstellen lassen, sind folgende:

1) Am einfachsten ist der Fall, wenn die örtliche sensorielle Reizung, auf das Rückenmark oder Gehirn verpflanzt, bloss örtliche Zuckungen erregt, und zwar in den nahe gelegenen Theilen, deren motorische Fasern in der Nähe mit den sensoriellen vom Rückenmark abgehen. Hieher gehören die Krämpfe und das Zittern in Gliedern, welche sich heftig verbrennen etc. Gewisse, sehr reizbare Theile des Organismus, wie die Iris, ziehen sich überaus leicht zusammen, wenn auch nur schwache Reize andere sensorielle Nerven erregen, und die Reizung der letzteren zum Gehirn, und vom letztern durch den N. oculomotorius auf die kurze Wurzel des Ganglion ciliare, die Ciliarnerven und die Iris verpflanzt wird. Man weiss schon lange, dass die Iris nicht reizbar für das Licht ist, dass das Licht nur durch Vermittelung des Sehnerven und Gehirns auf die Iris wirkt; denn diess ergiebt sich aus den Versuchen von Lambert, Fontana, Caldani. Lichtstrahlen durch einen kleinen Kegel von Papier, oder durch

eine kleine Oeffnung in einem Papierblatt durch die Pupille einfallend und also die Netzhaut treffend, bringen die Iris sogleich zur Bewegung, sind aber ohne Einfluss, wenn die Lichtstrahlen auf die Iris selbst einfallen. Ferner ist die Iris eines amaurotischen Auges unbeweglich, so lange das gesunde Auge geschlossen ist, zieht sich aber zusammen, wenn das Licht den Sehnerven des gesunden Auges anregt. Die Ausnahmen, in welchen die Iris der amaurotischen Augen noch Beweglichkeit besass (siehe Tiedemann in dessen *Zeitschrift* 1. *p.* 252.), mögen wohl auf einer unvollkommenen Amaurose beruhen, oder wenn nur ein Auge amaurotisch war, so war die Ursache der Bewegung der Iris im amaurotischen Auge das Offenseyn des gesunden Auges. Die Beweglichkeit oder Unbeweglichkeit der Iris eines amaurotischen Auges kann und sollte nur untersucht werden, wenn das gesunde Auge geschlossen ist. Jede Beobachtung, in welcher diese Vorsichtsmaassregel nicht beobachtet worden, hat gar keinen Werth; daher hat sich auch van Deen in seiner sonst schätzbaren Arbeit (*de differentia et nexu inter nervos vitae animalis et organicae. Lugd. Bat.* 1834. 58.) getäuscht, wenn er bei einem Kaninchen, dem er ein Hemisphaerium des Gehirns abgetragen und den Sehnerven dieser Seite durchschnitten, bei Anwendung eines Lichtes Zusammenziehung der Iris sah, und daraus schliesst, dass der N. opticus keinen Einfluss auf die Iris habe. Da nämlich van Deen das Licht vor beide Augen (ante oculos) brachte, so musste dasselbe erfolgen, wie wenn die Iris eines amaurotischen Auges durch den Lichteinfluss auf das gesunde Auge bewegt wird. Tiedemann's interessante Entdeckung, dass die Arteria centralis retinae von einem feinen Zweigelchen vom Ciliarknoten begleitet wird, kann hier überhaupt nichts erklären. Denn alle Gefässe werden von Nerven begleitet; diess Zweigelchen verbreitet sich aber mit der Arteria centralis retinae, und steht mit der Retina in keinem erwiesenen Zusammenhang. Diese Rückwirkung vom Gehirn auf die Iris geschieht durch den N. oculomotorius, welcher nach Mayo's Versuchen bei jeder Reizung eine Zusammenziehung der Iris erregt. Magendie *J. d. physiol. T.* 3. 348. Wir wissen durch denselben Verf., dass das Hirnende des durchschnittenen Sehnerven gereizt noch Contraction der Iris bedingt. In der Zusammenziehung der Iris zeigt sich also eine Art Statik der Erregung zwischen centripetaler sensorieller und centrifugaler motorischer Wirkung durch Vermittelung des Gehirns. Auch andere Nerven können diese Statik verändern, wie die sensoriellen Aeste des N. trigeminus, so dass kaltes Wasser in die Nase geschlürft die Iris verengt. Unter diese einfacheren Fälle der reflectirten Erregung gehört auch das Blinzen der Augenlieder von längerem Lichteindruck, oder von einem starken Schall (was hat der N. opticus mit dem N. acusticus zu thun?), oder von einem drohenden Gesichtseindruck.

Ferner gehören hieher die Zusammenziehungen aller Dammmuskeln, Musc. sphinct. ani, levator ani, bulbo-cavernosus, ischio-cavernosus bei der Austreibung des Saamens, in Folge der Irritation der Gefühlsnerven des Penis; in diesen Fällen ist das Rückenmark das Bindeglied zwischen den Empfindungen und

Bewegungen. Entblösste Muskeln, deren motorische Nerven durch Reizung der Mnskeln selbst mitgereizt werden, bedürfen zwar jener centripetalen und centrifugalen Wirkung nicht, um Zukkungen zu erregen. Allein die Muskeln, welche von empfindlichen Häuten überkleidet werden und nicht der Reizung selbst blossliegen, müssen die Reizung zur Bewegung erst durch sensorielle Erregung ihrer empfindlichen Decke, centripetale Wirkung dieser sensoriellen Nerven und centrifugale motorische Erregung vom Gehirn aus erfahren. So können die Zusammenziehungen der Stimmritze und Luftwege von irrespirablen sauren Gasarten nicht unmittelbar durch Reizung dieser Wege erfolgen, sondern durch centripetale sensorielle und centrifugale motorische Erregung. Diess hat weitläufiger Brachet bewiesen. Denn wenn man den N. vagus eines Thieres auf beiden Seiten durchschneidet, so wirkt eine reizende chemische Substanz, die man in die Luftröhre bringt, nicht mehr als Reiz zum Husten. Der Husten von Reizen in den Luftwegen entsteht nur durch sensorielle centripetal und centrifugale motorische Erregung. Es ist eben so mit der Zusammenziehung des Sphincter ani und Sphincter vesicae urinariae. Diese Muskeln können selbst nicht von den Reizen der Excremente und des Harns zur Contraction gereizt werden, sondern diese Stoffe wirken auf die Empfindungsnerven der Schleimhaut, und erregen das Rückenmark, welches als beständig mit motorischer Nervenkraft geladen auf diese Muskeln zurückwirkt; daher nach Verletzung des Rückenmarks auch die Zusammenziehung dieser Muskeln aufhört.

2) Der zweite Fall ist, wo die sensorielle Erregung rein örtlich beschränkt, die rückwirkende vom Gehirn aus aber ausgebreiteter ist, wie schon aus jenen den Husten begleitenden Phänomenen hervorgeht, bei welchem nicht allein die N. vagi, sondern wegen der Brust- und Bauchmuskeln, die N. spinales mitwirken. Eben so ist es mit einer Menge krampfhafter Athembewegungen, dem Niesen, Schluchsen, Erbrechen etc., welche alle von Reizen innerhalb des Schleimhautssystems der Respirationsorgane und des Darmkanals entstehen, von Reizungen der Empfindungsnerven dieser Theile, die auf das Gehirn reflectirt werden, und dort die Quelle der respiratorischen Bewegungen in der Medulla oblongata in Thätigkeit setzen. Ich habe schon oben p. 333. die merkwürdige Eigenthümlichkeit angeführt, dass das System der Athemnerven durch locale Reize in allen Schleimhäuten in Thätigkeit gesetzt werden kann. Vom Munde bis zum After, von der Nase bis in die Lungen sind die Schleimhäute zu dieser Reflexion fähig. Denn alle diese Bewegungen, Husten, Niesen, Erbrechen, krampfhaft, unwillkührlicher Stuhlgang, unwillkührliches, mit Zwang verbundenes Harnlassen entstehen von heftigen Reizen in den Schleimhäuten des Rachens, der Speiseröhre, des Magens, des Darms und in der Schleimhaut der Respirationswerkzeuge. Das Niesen erklärte man sonst als eine krampfhafte Affection des Zwerchfelles; Tiedemann (*Zeitschrift für Physiol. I. p.* 278.), und Arnold (*der Kopftheil des vegetat. Nervensystems. p.* 181.) sprechen noch davon; indess hat das Niesen mit dem Zwerchfell offenbar

gar nichts zu thun; denn das Niesen ist eine heftige Exspiration, das Zwerchfell aber ist kein Musc. exspiratorius, sondern das Gegentheil. Bei der unrichtigen Supposition; dass das Niesen durch das Zwerchfell erfolge, liess man die Reizung der Nasalnerven auf das Ganglion spheno-palatinum, den N. vidianus, sympathicus, die Halsnerven, den N. phrenicus, den Willisischen Beinerven und den N. facialis sich fortpflanzen. Tiedemann a. a. O. p. 278. Hier fällt nun offenbar der N. phrenicus ohnehin aus. Der sehr hochgeschätzte Tiedemann sucht auch zu beweisen, dass das Niesen nicht von einer reflectirten Reizung vom Gehirne ausgehe, und beruft sich darauf, dass ein Mensch ohne Geruchssinn doch von Tabak geniest habe. Warum sollte er es nicht, da bei dem Mangel der Geruchsnerven doch die gewöhnlichen Gefühlsnerven der Nase, N. nasales hier, wie überhaupt bei dem gesunden Menschen, die Empfindungen des Kitzels haben. Man zergliedere aber doch nur die Erklärung einer Sympathie durch den N. sympathicus durch die feinere Anatomie. Wie soll auch das Niesen durch eine Nervenverbindung erklärt werden, womit man Alles und gar nichts erklären kann? Alles kann man damit erklären, weil der N. sympathicus sich mit fast allen Nerven verbindet; nichts kann man damit erklären, weil nicht entfernter Weise einzusehen ist, warum eine Reizung dieses Nervens von der Nase aus gerade Niesen und nicht vielmehr vieles Andere, z. B. eine verstärkte Bewegung des Darmkanals, hervorbringen soll. Nichts kann man damit erklären, weil keine Verbindung des N. sympathicus mit einem anderen Nerven eine Verschmelzung der Fasern ist. Bei dem Niesen z. B. ist eine heftige Zusammenziehung aller Exspirationsmuskeln vorhanden; alle Primitivfasern der Intercostalnerven, welche die Zusammenziehung der Brust und des Bauches bewirken, müssen dabei irritirt seyn. Wie sollten aber alle diese Fasern vom N. sympathicus irritirt werden können, der an jeden dieser Nerven ein Faserbündelchen anschliesst, das, weit entfernt, seine Primitivfasern mit allen Primitivfasern eines Spinalnerven zu verschmelzen, sie nur mit diesen vom Rückenmark empfängt. Da nun Primitivfasern anderen Fasern, die neben ihnen liegen, zumal in einer motorischen Wurzel ohne Ganglion, nichts mittheilen können, so ist hier auch die sympathische Affection aller Primitivfasern eines Intercostalnerven durch den N. sympathicus eine reine Unmöglichkeit. Alle diese Sympathien des Niesens, Hustens, Erbrechens sind abgemacht, sobald man die reflectirende Eigenschaft des Rückenmarks und Gehirns kennt, die wir früher erwiesen haben, und es liegt nichts Schwieriges mehr in der Erklärung, sobald man von der Thatsache ausgeht, dass alle respiratorischen Nerven, N. facialis, vagus, accessorius, phrenicus und die übrigen Spinal-Athemnerven des Rumpfes durch ihren Ursprung von der Medulla oblongata, oder ihre Abhängigkeit von derselben, leicht zu convulsivischen Bewegungen in Muskeln erregt werden, durch alle Reize, die von den Empfindungsnerven der Schleimhäute auf das Rückenmark oder die Medulla oblongata geleitet werden.

Bei jedem heftigen Reiz in den Gedärmen, in den Urin-

werkzeugen, in dem Uterus tritt leicht Zusammenziehung des Zwerchfells und der Bauchmuskeln ein, wodurch die Bauchhöhle verkleinert und der Inhalt derselben, nach oben, wenn er im Magen enthalten ist (Erbrechen), oder nach unten durch den Mastdarm, durch die Harnwerkzeuge, durch die Genitalien, wie bei der Geburt, ausgetrieben wird. Der Stuhlzwang ist dieselbe Erscheinung für die unteren Theile des Darmkanales, was das Erbrechen für die oberen. Der Harnzwang zieht dieselben Bewegungen in Leidenschaft, die Geburt nimmt dieselben Muskeln in Anspruch, welche beim Erbrechen den Mageninhalt nach oben auswerfen; auch die nach dem Tode noch erfolgende Geburt, gleich wie das feste Anlegen des Schlundes um einen in denselben gebrachten Finger bei einem geköpften jungen Thiere, zeigen uns, von welchem wichtigen, mit dem Leben aufs innigste verknüpften Einflusse, diese Fähigkeit des Rückenmarks ist, durch örtliche Erregungen seiner Empfindungsnerven zu motorischen Entladungen gereizt zu werden. Mag bei mehreren, der hieher gehörigen Reizungen, beim Erbrechen etc., der N. sympathicus irgend eine Rolle spielen, so ist es keine andere als diejenige, die Reizung, wie alle anderen Empfindungsnerven, auf das Sensorium zu reflectiren. Dass er aber diese Wirkung haben kann, lässt sich durch einen Versuch zeigen: ich habe nämlich beim Kaninchen durch Zerrung des N. splanchnicus in der Bauchhöhle, an der innern Seite der Nebenniere, mehrmals Zuckungen der Bauchmuskeln beobachtet, und habe diess Phänomen, obgleich mir der Versuch beim Hunde nicht gelingen wollte, doch wiederholt bei Kaninchen gesehen.

3). In den unter 2. erwähnten Fällen ist die reflectirte Bewegung, die auf Empfindung folgende Bewegung auf eine grosse Gruppe von Nerven ausgedehnt, auf die respiratorischen Nerven, und sie entsteht am leichtesten durch Reizung der Schleimhäute; es kann jedoch bei höherer Reizung die Ausdehnung der reflectirten Bewegungen noch grösser werden und fast alle Rumpfnerven afficiren, wenn sich die Irritation des Rückenmarks ausdehnt. Hieher sind die Fälle der sporadischen Cholera zu rechnen (die asiatische Cholera führe ich wegen der Dunkelheit der Krankheit nicht auf), wo bei grosser Heftigkeit auch Krämpfe am Rumpfe eintreten können.

4) Bei den reflectirten Bewegungen, die durch heftige Empfindungen der äusseren Hautnerven und nicht der Schleimhautnerven entstehen, wird die Gruppe der respiratorischen Bewegungen auch nicht in Mitleidenschaft gezogen, sondern es entstehen leichter Krämpfe der Muskeln des ganzen Rumpfnervensystems ohne krampfhafte Athembewegungen. Der höchste Grad ist der epileptische Krampf von örtlicher Nervenaffection und der Tetanus traumaticus von Verletzung eines Nerven.

Vergleicht man die erste Darstellung der Phänomene der Reflexion in der im Frühling 1833 erschienenen 1. Abtheilung dieses Handbuches p. 333., die ich hier, mit Bezug auf van Deen's Beobachtungen, erweitert habe, mit der Darstellung von

Marshall Hall, so findet sich in den Ideen und Beispielen eine merkwürdige Uebereinstimmung.

Marshall Hall unterscheidet vier Arten von Muskelzusammenziehung: 1. die willkührliche, welche vom Gehirn, 2. die respiratorische, welche von der Medulla oblongata abzuhängen scheint, 3. die unwillkührliche, welche von den Nerven und Muskeln abhängt, und die unmittelbare Anwendung des Reizes auf die mit Nerven versehenen Muskeln oder ihre Nerven erfordert, und 4. die reflectirende, welche zum Theil fortdauert, nachdem die willkührliche und respiratorische aufgehört haben, und an die Medulla spinalis gebunden ist. Sie hört nach Entfernung des Rückenmarkes auf, wenngleich die Irritabilität sich nicht vermindert. Bei dieser vierten entspringt der motorische Reiz nicht in einem Centraltheil des Nervensystems, sondern in einiger Entfernung vom Centrum; sie ist weder willkührlich, noch in ihrem Verlaufe direct, sondern vielmehr erregt durch eigenthümliche Reize, die nicht unmittelbar auf die Muskelfaser und die motorischen Nerven einwirken, sondern auf häutige Ausbreitungen, von denen der Reiz zum Rückenmark geleitet wird. Marshall Hall erläutert die Wichtigkeit dieser reflectirenden Function des verlängerten Markes und Rückenmarkes durch einige Beispiele. Das Aufnehmen des Futters ist ein willkührlicher Act und kann nach Entfernung des Gehirns nicht mehr vollzogen werden; der Uebergang des Bissens über die Glottis und durch den Pharynx hängt von der reflectirenden Function ab, und findet noch statt, wenn das Gehirn entfernt worden. Obgleich nämlich die hierbei thätigen Muskeln auch willkührlich thätig seyn können, so bewirkt doch die Gegenwart des Bissens im Schlunde eine Reihe von heftigen Bewegungen, die oben p. 479. beschrieben worden und welche dadurch entstehen, dass der Reiz des Bissens auf die empfindliche Schleimhaut wirkt, und diese Empfindung die Medulla oblongata zur Entladung in die motorischen Nerven anregt. Den weitern Act der Deglutition in der Speiseröhre hält Marshall Hall für die Wirkung des unmittelbar auf die Muskelfiber des Oesophagus wirkenden Reizes und das Resultat der Irritabilität des letztern, welches sehr zweifelhaft erscheinen dürfte. Selbst an geköpften jungen Thieren kann man übrigens, wie schon angeführt, noch die durch mechanische Reizung des Schlundes erfolgende, reflectirte motorische Erregung beobachten. Marshall Hall zeigt nun den dauernden Einfluss dieser Function an den Sphincteren. Der Sphincter ani bleibt bei einer Schildkröte nach der Enthauptung geschlossen, so lange der untere Theil der Medulla spinalis unverletzt ist, wird aber sogleich schlaff und öffnet sich, wenn man das Rückenmark wegnimmt.

Marshall Hall durchschnitt das Rückenmark bei einer lebhaften Coluber natrix zwischen dem 2. und 3. Wirbel. Die Bewegungen hörten sogleich auf; so bleibt es auch, wenn das Thier nicht gereizt wird. Wird es aber gereizt, so bewegt sich das Thier eine Zeit lang, da bei jeder veränderten Lage neue Theile seiner Oberfläche mit dem Boden in Berührung kommen. All-

45 *

mählig kömmt das Thier wieder zur Ruhe; aber die geringste Berührung erneuert dagegen die Bewegung.

Marshall Hall zeigt recht schön das Verhältniss der willkührlichen, respiratorischen und reflectirten Bewegungen, indem er zugleich zu beweisen sucht, dass die nach Verlust des Gehirns stattfindenden reflectirten Bewegungen nicht von wahrer Empfindung, sondern nur von der bei den Empfindungen stattfindenden centripetalen Nervenwirkung abhängig sind. Empfindung, Wille, Bewegung seyen die drei Glieder der Kette, wenn eine Bewegung durch Schmerz herbeigeführt wird; werde aber das mittlere dieser Glieder zerstört, so höre die Verbindung zwischen dem ersten und zweiten mit dem Bewusstseyn auf. Wir glauben auch, dass die nach Verlust des Gehirns stattfindenden reflectirten Bewegungen auf Hautreize keinen Beweis enthalten, dass die Hautreize noch wahre Empfindung im Rückenmark erregen können; es ist vielmehr die gewöhnlich auch bei den Empfindungen stattfindende centripetale Leitung des Nervenprincips, die aber hier nicht mehr Empfindung ist, weil sie nicht mehr zum Gehirn, zum Organ des Bewusstseyns geleitet wird. Auch während dem gesunden Leben erfolgen viele reflectirte Bewegungen durch Hautreize, welche nicht als wahre Empfindungen zum Bewusstseyn kommen, aber doch heftige Eindrücke auf das Rückenmark erregen können, wie z. B. die dauernde Zusammenziehung der Sphincteren vom Reiz der Excremente und des Harns. Allein Marshall Hall geht doch zu weit, wenn er annimmt, dass bei dem gesunden Leben jede Bewegung auf wahre Empfindung vom Willen bedingt werde, und alle Erregungen der empfindlichen Theile bei den reflectirten Bewegungen ohne Empfindung seyen. Denn die reflectirten Bewegungen des Niesens, Hustens und viele andere erfolgen von wirklichen Empfindungen.

Die reflectirten Bewegungen und die unwillkührlichen, nicht reflectirten Bewegungen sind nicht mit einander zu verwechseln. Wird die Stimmritze eines Thieres berührt, sagt Marshall Hall, so folgt eine Zusammenziehung; eben so, wenn das Herz berührt wird. Durch Entfernung des Gehirns tritt keine Aenderung ein. Nimmt man aber die Medulla oblongata weg, so hören die Contractionen des Larynx auf Reize auf, während die des Herzens selbst nach Entfernung der Medulla spinalis fortdauern. Die Wirkung des Reizes auf das Herz ist eine unmittelbare (Irritabilität); ein auf den Larynx angebrachter Reiz muss dagegen zur Medulla oblongata fortgepflanzt werden und die Contraction erfolgt mittelbar von dieser aus. Bei einer Schlange trat nach Entfernung des Kopfes eine Bewegung des Larynx ein, welcher abwärts gezogen und geschlossen wurde, sobald Marshall Hall eine Stelle innerhalb der Zähne des Unterkiefers oder die Nasenlöcher berührte. Diess fand nach Entfernung der Medulla oblongata nicht mehr statt. Marshall erwähnt zuletzt, als zur reflectirenden Function gehörend, das Blinzeln der Augenlieder, wenn dieselben berührt werden, die eigenthümliche Wirkung auf die Respiration durch Kitzeln, oder wenn kaltes Wasser ins Gesicht gespritzt wird, das Niesen durch Reizen der Nasenschleimhaut,

Husten, Erbrechen durch Reizen des Larynx oder Pharynx, Tenesmus durch Reizung des Mastdarms, und Strangurie durch Reizung der Blase.

Man sieht, dass die Krämpfe in den Krankheiten eine sehr verschiedene Quelle haben können. Es giebt nämlich krampfhafte Affectionen, welche ihren Sitz in den motorischen Nerven selbst, oder ihre Ursache im Gehirn und Rückenmark haben; aber auch reflectirte Krämpfe, deren Ursache in Reizungen von Empfindungsnerven liegt, wie die nach Intestinalreizungen, bei der Dentition, Odontalgie, und überhaupt nach schmerzhaften Nervenleiden von organischen und nicht organischen Fehlern, oft erfolgenden Krämpfe.

Die Phänomene, welche wir bisher zuerst nach unsern eigenen Beobachtungen, dann nach denen von Marshall Hall beschrieben haben, haben zwar alle mit einander gemein, dass das Rückenmark das Bindeglied zwischen einer sensorischen und motorischen Bewegung des Nervenprincips ist, indess lassen sich auch noch bestimmter die Wege bezeichnen, welche bei den reflectirten Bewegungen von den Empfindungsnerven auf die motorischen Nerven im Rückenmark die Leitung bewirken. Die gewöhnlichste Art der reflectirten Bewegung ist, dass die Muskeln des Gliedes, an welchem man heftige Empfindungen erregt, bewegt werden, wie beim Verbrennen der Haut Zuckungen zunächst in dem verbrannten Gliede, und im Anfange der Narcotisation eines Thieres bei Empfindungsreizung der Haut am leichtesten auch die Muskeln des gereizten Gliedes bewegt werden, wie der Bissen die reflectirte Bewegung der Schlingwerkzeuge hervorbringt, und der Staub in der Conjunctiva blosse Empfindung erregend, das reflectirte Schliessen der Augenlieder hervorruft, und wie endlich die Reize des Urins und der Excremente mittelbar auf die Bewegung der Sphincteren wirken. Sobald daher die Empfindungsbewegung das Rückenmark erreicht hat, so geht die Bewegung nicht auf das ganze Rückenmark über, sondern am leichtesten auf diejenigen motorischen Nerven, welche den nächsten Ursprung an den gereizten sensibeln Nerven haben; oder mit anderen Worten, der leichteste Weg der Strömung oder Schwingung ist von der hintern Wurzel eines Nerven oder einzelnen seiner Primitivfasern nach dessen vorderer Wurzel oder nach den vorderen Wurzeln mehrerer nahe gelegenen Nerven. Wir sehen daraus, dass das Princip der Nerven bei diesen Strömungen oder Schwingungen die kürzesten Wege nimmt, um von Empfindungsfasern durch das Rückenmark auf Bewegungsfasern zu wirken; gleichwie die Electricität auch den kürzesten Weg von einem zum andern der genäherten Poldräthe nimmt. Richtiger ausgedrückt und in die Sprache der Nervenphysik übersetzt, heisst diess jedoch so, dass bei heftiger Erregung der motorischen Eigenschaft des Rückenmarkes durch einen Empfindungsnerven zunächst nur derjenige Theil des Rückenmarkes erregt wird, und wieder Zuckung erregt, welcher dem Empfindungsnerven den Ursprung giebt, und dass die Erregung anderer Theile des Rückenmarkes und der davon entsprin-

genden motorischen Neeven in dem Maasse abnimmt, als sie sich von der durch den Empfindungsnerven erregten Stelle entfernen. Dasselbe gilt auch von den Hirnnerven, deren reflectirte Erscheinungen Marshall Hall fast ganz unbekannt geblieben zu seyn scheinen. Die grossen Sinnesnerven sind vorzüglich geneigt, reflectirte Bewegungen der motorischen Gehirnnerven zu verursachen, und namentlich der N. opticus und acusticus; beide bewirken bei grellem Licht und starkem Schall eine reflectirte Erregung des N. facialis, und dadurch Schliessen oder Blinzeln der Augenlieder. Der N. opticus bewirkt hinwieder leicht die reflectirte Erregung des N. oculomotorius durch Bewegung der Iris, und erregt beim Sehen von intensivem Licht eine reflectirte Affection des N. facialis mit anderen Nerven im Niesen. Aber auch der grosse Gefühlsnerve des Vorderhauptes und Gesichtes, die grosse Portion des N. trigeminus kann den N. oculomotorius und facialis durch Vermittelung des Gehirns erregen; so entsteht Zusammenziehung der Iris von in die Nase eingezogenem kalten Wasser, und von Kitzel in der Nase entsteht Niesen und die damit verbundene Thätigkeit des N. facialis bei Erregung der Gesichtsmuskeln. Kurzum wir sehen, dass von den motorischen Gehirnnerven die zum Ciliarknoten und also zu der Iris gehenden Theile des Nervus oculomotorius und der Nervi facialis am leichtesten durch Reflexion erregt werden, und dass sowohl Gesichts- als Gefühls- und Gehöreindrücke die erregende Ursache seyn können; daher zwischen den Ursprüngen des N. opticus, trigeminus und acusticus, und den Ursprungsstellen jener motorischen Nerven im Gehirn eine durch die erste Formation prästabilirte leichtere Leitung stattfinden muss. Diejenigen Empfindungsnerven und motorischen Nerven, deren Wechselwirkung durch das Gehirn und Rückenmark erleichtert ist, zeigen mit jenen Centraltheilen eine Art Statik, eines verändert das andere, wie das Steigen einer Waageschale das Sinken der anderen bedingt, das Fallen des Fluidums in dem einen Schenkel einer zweischenkligen Röhre das Steigen in dem andern bewirkt bis zur Herstellung des Gleichgewichtes. Ist auch ein Empfindungsnerve für gewöhnlich nicht im Stande, eine reflectirte Bewegung hervorzurufen, so tritt sie doch bei einiger Heftigkeit der Empfindung sogleich auf, und das Rückenmark und Gehirn reflectiren dann die von Seiten der Empfindungsnerven erhaltene Strömung oder Schwingung in diejenigen motorischen Nerven, zu welchen die Leitung von jenen Empfindungsnerven durch die Fasern des Gehirns und Rückenmarkes am leichtesten ist.

Eine andere, sehr gewöhnliche Bahn der Leitung von Empfindungsnerven zu motorischen Nerven durch Vermittelung, des Rückenmarks und der Medulla oblongata, ist die der Erregung des Schleimhautsystems und der secundären Affection der Respirationsmuskeln im Erbrechen, Stuhlzwang, Gebären, Harnzwang, Husten, Niesen, Schluchzen etc. Ausser dem eben erörterten statischen Gesetz, dass Nerven verwandten Ursprunges, oder von nicht allzu entferntem Ursprunge zu den Erscheinungen der Reflexion sich eignen, ist das am häufigsten eintre-

tende Gesetz der Nervenstatik, der Reflexion das eben erwähnte. Daher in der Medulla oblongata und dem Rückenmark, zwischen den Empfindungsnerven der Schleimhäute (N. trigeminus — Nase; vagus — Luftröhre, Lungen, Schlund, Speiseröhre, Magen; N. sympathicus — Darmkanal, Uterus. Aeste des Sacralplexus und N. sympath. zur Urinblase und zum Mastdarm) und den motorischen Respirationsnerven (N. facialis, accessorius, N. spinales) eine leichtere Leitung präformirt seyn muss, während dagegen die zu den Extremitäten gehenden N. spinales von dieser Harmonie ausgeschlossen sind.

Tritt aber eine gewisse Irritation des Rückenmarkes und Gehirns durch Narcosis oder andere Ursachen ein, so kann jede Empfindung eine Entladung des Rückenmarkes nach allen motorischen Nerven bewirken, auch zu denjenigen, welche sonst am schwersten mit afficirt werden, zu den motorischen Nerven der Extremitäten.

## *IV. Capitel.* Von der verschiedenen Action der sensibeln und motorischen Nerven.

Die Erfahrung hat uns bis jetzt gelehrt, dass, wenn ein Punkt des Nerven gereizt wird, die Wirkung sich in der ganzen Länge der Fasern äussert, und in den motorischen Nerven dort Bewegung erregt, wo die Fasern mit Muskeln zusammenhängen, in den sensibeln Fasern Empfindung, wenn die Fasern noch mit den Centraltheilen zusammenhängen. Nun könnte es scheinen, dass sich der Effect der Nervenreizung von dem gereizten Punkte auf gleiche Art nach dem peripherischen Ende des Nerven und nach dem Centralende desselben fortpflanze. Es frägt sich aber, ob diess wirklich geschieht, und ob die Fortpflanzung der Reizung nicht in einer gewissen Richtung allein geschieht, ob bei den sensibeln Fasern der Nerven die Wirkung nicht etwa bloss nach dem Gehirn, bei den motorischen Fasern bloss die umgekehrte Richtung nach den Muskeln stattfinde. Man nahm diess gewöhnlich an, so lange es nicht bekannt war, dass die sensibeln und motorischen Fasern verschieden sind. Jetzt wiederholt sich diese Frage wieder, und die Lösung dieses Problems ist von äusserster Wichtigkeit für die Physik der Nerven. Es handelt sich also darum, zu wissen: ist die Kraft der motorischen Fasern, Muskeln zur Zusammenziehung zu reizen, qualitativ von der Kraft der sensibeln Fasern verschieden, oder ist, was hier verschiedene Kräfte genannt werden, bloss verschiedene Richtung der Nervenwirkung, centrifugal in den motorischen Fasern, centripetal in den sensibeln.

Es ist bekannt, dass die Wirkung bei den Muskelnerven immer nur in der Richtung der Nervenzweige erfolgt, und dass die Muskeln nicht zucken, welche Nervenäste vom Stamme erhalten über der Stelle der Reizung, dass dagegen nach abwärts die Wirkung sich auf alle Muskelnerven ausdehnt, die von dem Stamme unter der gereizten Stelle abgehen. Diese Thatsache scheint zu beweisen, dass die Nervenwirkung in den motorischen

Nerven nur in centrifugaler Richtung erfolgt, vom Stamme nach den Aesten. Allein diess lässt sich sehr wohl aus Thatsachen ganz anders erklären. Die microscopische Anatomie der Nerven lehrt, dass die Primitivfasern in den Stämmen sich nicht verbinden, dass also der Nervenstamm nur das Ensemble aller unendlich vielen Primitivfasern ist, die aus dem Stamm mit den Aesten hervorgehen. Die Primitivfasern der Aeste, die in verschiedener Höhe vom Stamme abgehen, hängen daher gar nicht im Stamme zusammen, die motorischen Fasern laufen getrennt bis zum Rückenmark oder Gehirn, und die Reizung eines Astes kann daher rückwärts, wenn eine Rückwärtswirkung stattfindet, keine Theile des Stammes mit afficiren, sondern diese Rückwärtswirkung würde sich auf die Primitivfasern des gereizten Astes beschränken, welche im Stamme ohne Verbindung bis zum Gehirn oder Rückenmark fortlaufen. Wenn also auch ausser der Wirkung nach den Muskeln eine Rückwärtswirkung des in einem Punkte gereizten motorischen Nerven nach dem Gehirn und Rückenmark stattfände, so könnten wir sie nicht an Zuckungen anderer Theile merken, weil die Fasern eines Stammes mit keinen Fasern höherer Aeste zusammenhängen. Diese Rückwärtswirkung kann auch im Rückenmark isolirt bleiben, wenn die Fasern im Rückenmark sich nicht verbinden, sie kann auch keine Empfindung im Gehirn und Rückenmark erregen, wenn die Fasern der motorischen Nerven im Gehirn und Rückenmark isolirt sind und nicht mit sensibeln Fasern zusammenhängen. Eben so mit den an einem Punkte ihrer Länge gereizten sensibeln Fasern. Die sensibeln Fasern bewirken nur Empfindungen, wenn sie mit dem unversehrten Rückenmark und Gehirn zusammenhängen. Hieraus könnte man auf eine blosse centripetale Wirkung der sensibeln Nervenfasern schliessen, allein dieser Schluss ist eben so fehlerhaft, denn nur der centripetale Strom von jenem Punkte kann bewusst werden, weil nur er von dem Centralorgane empfunden wird, der entgegengesetzte Strom der sensibeln Fasern kann nicht bewusst werden, wenn er auch stattfindet.

Wenn es gewiss wäre, dass die Muskeln auch ohne die Nerven durch sich selbst Contractilität besitzen, und dass aller Nervenreiz nur wie andere Reize auf die Muskeln wirke, dass andere Reize nicht erst auf Nerven wirken müssen, um Bewegungen hervorzurufen; wenn diess gewiss wäre, so liesse sich weiter beweisen, dass die sensibeln Fasern nur centripetal nach dem Gehirn und nicht rückwärts wirken. Denn wie ich entdeckt habe, sind die sensibeln Fasern in den Muskeln Zuckungen zu bewirken auch dann unfähig, wenn sie sich wirklich in Muskeln verbreiten, wie der N. lingualis, der wenigstens mit dem Muskelnerven N. hypoglossus anastomosirt. Allein obige Voraussetzung ist falsch; die Muskeln besitzen ohne die Wechselwirkung mit den Nerven keine Contractilität; sie verlieren ihre Contractionskraft auf alle Reize, wenn ihre Nerven lange Zeit vom Gehirn getrennt waren; sie verlieren ihre Reizbarkeit in gleichem Grade, als die Reizbarkeit der Nerven erlischt, wie die Versuche von mir und Sticker zeigen. Siehe oben p. 614. In diesen Versuchen hatten die Muskeln, zu welchen ein durchschnittener Nerve hingeht, nach mehreren

Monaten in zwei Fällen alle Reizbarkeit, und in einem Falle fast alle Reizbarkeit für den galvanischen und mechanischen Reiz, in gleichem Grade als die Nerven selbst verloren, so dass zu den Zusammenziehungen der Muskeln durchaus ihre Wechselwirkung mit den Nerven nöthig ist. Da nun die sensibeln Nerven auch dann, wenn sie sich in Muskeln (wie der N. lingualis in der Zunge) verbreiten, keinen Einfluss auf die Muskeln haben (siehe oben p. 628.), so folgt ganz evident, dass die motorischen Nerven allein in jener Wechselwirkung mit den Muskeln stehen. Diess kann aber auch wieder eben so gut von einer eigenthümlichen, nur den motorischen Nerven eigenen Qualität herrühren, als von einer, nur den motorischen Nerven zukommenden centrifugalen Richtung der Nervenwirkung.

Getrieben von dem Eifer, über diesen äusserst wichtigen Punkt auf empirischem Wege ins Reine zu kommen, habe ich in den Wirkungen der narcotischen Gifte ein Mittel zur dereinstigen Lösung des Problems gefunden. Die Frösche werden nämlich nach der Vergiftung mit Opium so äusserst reizbar im Rükkenmark, dass jede auch noch so geringe Erschütterung, z. B. das leise Klopfen auf den Tisch, auf welchem der Frosch liegt, oder das Fallenlassen eines Fusses eine Zuckung am ganzen Körper bewirkt. Nicht allein die Erschütterung des Rückenmarkes selbst thut diess, sondern auch eine ganz örtliche Empfindung, die auf das Rückenmark verpflanzt wird. Wenn man den Frosch in diesem Zustande irgendwo sticht, ohne die geringste Erschütterung, so zuckt er in allen Theilen seines Körpers. Hiebei wirkt die peripherische Reizung eines Empfindungsnerven auf das ganze Rückenmark, und das Rückenmark auf alle Theile zurück. Das Rückenmark ist hier die Vermittelung, denn die abgeschnittenen Theile oder Theile deren Nerven durchschnitten sind, zucken dann nicht mehr bei der Erschütterung. Diese Thatsache vorausgesetzt, wollte ich bei einem Frosch die hinteren oder sensibeln Wurzeln der Nerven für ein Hinterbein durchschneiden, den Frosch vergiften, und dann sehen, ob die Nerven dieses Beins, welches noch durch die vorderen oder motorischen Wurzeln mit dem Rückenmark zusammenhängt, wenn sie gereizt werden, so gut wie die Empfindungsnerven diese Reizung auf das äusserst gereizte Rückenmark fortpflanzen können in centripetaler Bewegung, und ob also die Reizung eines Bewegungsnerven in einem empfindungslosen Bein rückwärts auch noch allgemeine Zuckungen in einem vergifteten Frosch bewirkt. Der Erfolg des wiederholten Versuchs ist dagegen. Diese Zuckungen erfolgen nicht, wenn die Reizung des Bewegungsnerven ganz ohne alle Erschütterung des ganzen Frosches geschieht, z. B. durch Schneiden eines Nerven mit der Scheere; auch die mechanische Reizung des Nerven mit der Nadel und Pincette bringt dann keine allgemeinen Zuckungen am ganzen Frosch hervor, wenn nur keine Erschütterung des Frosches dabei stattfindet. Um diese Versuche gut anzustellen, muss man erst das Gift beibringen, und wenn sich die erste Wirkung zeigt, wenn nämlich der Frosch beim Klopfen auf den Tisch, worauf er liegt, zu

zucken anfängt, schnell das Rückgrath öffnen, und auf einer Seite alle drei hinteren Wurzeln der Nerven des einen Hinterbeines durchschneiden, während die andere Seite unversehrt bleibt; darauf präparirt man eben so schnell den Schenkelnerven auf beiden Seiten heraus und schneidet ihn über dem Knie ab, so dass er am Oberschenkel heraushängt. So ist der Frosch zum Versuch präparirt. Bricht man aber vor dem Beibringen des Giftes das Rückgrath auf, so verliert er vor der Vergiftung so viel Blut, dass das Gift hernach nicht mehr recht resorbirt wird. Dieser Versuch ist überhaupt schwer, und man muss ihn oft anstellen, bis man zu einem reinen Experiment kommt. Auch darf die Dosis des Giftes nicht zu stark seyn, damit die Paralyse nicht zu schnell eintritt. Am bessten ist Opium, Nux vomica macht zu schnell paralytisch. Ist nun der Frosch vergiftet, das Rückgrath aufgebrochen, sind die hinteren oder sensibeln Wurzeln der Nerven des Hinterbeins auf der einen Seite durchschnitten und der Schenkelnerve herauspräparirt, so schneide man am Schenkelnerven dieser Seite, der durch die Empfindungswurzeln nichts mehr zum Rückenmark leiten kann, ein Stückchen mit der Scheere bei Vermeidung aller Erschütterung ab. Dabei wird keine Zuckung des ganzen Frosches eintreten. Schneidet man aber eben so an dem Schenkelnerven der andern Seite, dessen Empfindungswurzeln noch mit dem Rückenmark zusammenhängen, ein Stückchen mit der Scheere ab, so entsteht jedesmal eine Zuckung des ganzen Frosches, zum Beweise, dass die motorischen Nerven oder vorderen Wurzeln allein keine Reizung rückwärts zum Rückenmark, welche die allgemeine Zuckung bewirkt, fortleiten können, und dass zu dieser Rückwärtsleitung zum Rükkenmark nur die Empfindungsnerven fähig sind. Bei diesen äusserst wichtigen Versuchen muss man beim Schneiden der Nerven alle, auch die geringste Erschütterung vermeiden. Denn wenn man beim Schneiden des Schenkelnerven, dessen hintere Wurzeln resecirt sind, ungeschickt verfährt, so dass sich die Erschütterung mechanisch bis auf den Rumpf des Thieres fortpflanzt, so ruft das erschütterte Rückenmark sogleich eine Zuckung hervor. Dass hier die Erschütterung des Rückenmarks die Ursache ist, beweist der Umstand, dass selbst nach Durchschneidung des Nerven noch eine zerrende Erschütterung am Bein, die dem Rumpfe mitgetheilt wird, allgemeine Zuckungen erregt. Ich habe noch folgenden zweiten Versuch zur Lösung des Problems ausgedacht, aber noch nicht angestellt.

Es ist bekannt, dass die Iris in beiden Augen sich immer gleichzeitig bewegt, und dass der Reiz eines Auges hinreicht, um eine gleiche Veränderung in beiden Pupillen hervorzubringen. Es ist auch bekannt, dass das Licht nicht unmittelbar auf die Iris wirkt, sondern dass die gereizte Netzhaut auf das Gehirn wirkt, und die Zusammenziehung der Iris erst Folge der Rückwirkung vom Gehirn ist. Denn die für das Licht sonst unbewegliche Iris eines amaurotischen Auges wird noch bewegt, wenn das Licht auf das gesunde Auge wirkt. Es ist auch bekannt, dass der N. oculomotorius Bewegungsnerve für die Iris ist, wie Mayo

gezeigt hat. Es frägt sich nun: wenn man den N. oculomotorius eines Auges reizt, wirkt diese Reizung rückwärts, wie im Sehnerven, auf das Gehirn, und erfolgt eine Verengung der Iris im Auge der anderen Seite? Bei diesem Versuch müsste man aber mit Sicherheit wissen, dass der N. oculomotorius keine Empfindungsfasern enthält. Vergl. oben p. 645.

Der zweite Theil der Frage, ob die Nervenwirkung in den Empfindungsnerven nur centripetal, nicht auch rückwirkend vom Gehirn und Rückenmark ist, liesse sich insofern auch für die blosse centripetale Wirkung entscheiden, als alle Empfindungen mit centripetalen Wirkungen verbunden sind. Es giebt aber auch Empfindungen, die sich vom Rückenmark bei Leidenschaften, Vorstellungen in der ganzen Länge der Nerven bis zu den Zehen fortzupflanzen scheinen. Allein diese liessen sich auch anders erklären. Ich habe gezeigt, dass die Empfindungsfasern aller Theile eines Nerven im Stamme und in den Wurzeln enthalten sind, und dieser Stamm beim Druck dieselben Empfindungen hat, als die Aeste zusammen. Wenn also die Wurzeln der Nervenstämme eines Gliedes durch centripetale Nervenwirkung Eindruck auf das Rückenmark machen, so müssen die Empfindungen in dem Gliede zu seyn scheinen. Wenn nun durch eine Ursache plötzlich die Empfindungskraft im Rückenmark verändert wird, durch Schreck, so machen die Fasern der Empfindungswurzeln einen anderen Eindruck als vorher, was als Empfindungen in den Gliedern gefühlt werden muss.

Eine vom Gehirn aus centrifugal in einem entschiedenen Empfindungsnerven erfolgende Erregung ist die des Nervus lacrymalis in gewissen Leidenschaften und Vorstellungen. Wäre es gewiss, dass vom Nervus sympathicus, der seine Zweige zum Ganglion Gasseri schickt, keine Zweige in dem Ramus ophthalmicus mit dem Nervus lacrymalis, wie mit anderen Zweigen des Nerv. trigeminus fortgehen, so wäre diess ein Beweis, dass auch die Empfindungsnerven Erregungen in jeder Richtung verbreiten. Es ist aber zu vermuthen, dass auch der N. lacrymalis vom Ganglion Gasseri feine Zweige des N. sympathicus erhalte.

Hiernach bleibt es bei den wenigen Thatsachen, die wir in diesem Punkte besitzen, doch zweifelhaft, ob die sensibeln und motorischen Fasern sich nur durch die Richtung der Nervenwirkung oder durch die Qualität der Kräfte unterscheiden, ob die Quelle der qualitativen Empfindungen im Gehirn und Rückenmark ist, die Empfindungsnerven nur die Excitatoren sind, so dass einerlei Excitatoren verschiedene Empfindungen erregen können, wenn sie mit verschieden empfindenden Theilen des Gehirns in Verbindung stehen, ob dagegen die motorischen Fasern nur centrifugale Excitatoren für die Muskelkraft sind. Einigermaassen widerspricht dieser Annahme der Umstand, dass, wenn auch dieselben Reize durch verschiedene Sinnesnerven verschiedene Empfindungen erregen, so wie mechanischer und galvanischer Reiz Licht erregt im Sehnerven, Schall im Hörnerven, Schmerz in den Gefühlsnerven erregt, doch manche Reize nur auf einzelne Nerven zu wirken im Stande

sind. So wirkt das Lichtagens nur auf den Sehnerven und als erwärmend auf die Gefühlsnerven, nicht auf andere, und der Geruchsnerve scheint nicht durch andere Reize als Riechstoffe und Electricität zu Gerüchen bestimmt zu werden. Woraus man schliessen könnte, dass die Excitatoren der verschiedenen Sinnescentra im Gehirn und Rükkenmark auch selbst nicht blosse Leiter, sondern auch qualitativ verschieden sind und an der Qualität der Empfindung Antheil haben.

Wie dem nun sey, es ist jedenfalls nicht erwiesen, dass die sensibeln Fasern nur centripetale, die motorischen Fasern nur centrifugale Wirkungen haben, und dass sich die Wirkung eines motorischen oder sensibeln Nerven, wenn er irgendwo gereizt wird, nicht gleichsam wellenförmig in zwei Richtungen verbreitet vom Punkte der Reizung.

Dass in den Empfindungsnerven nur centripetale Strömungen oder Schwingungen fortgepflanzt werden, dagegen scheint auf den ersten Blick der Umstand zu sprechen, dass einige Empfindungsnerven einen offenbaren organischen Einfluss auf die Ernährung und Absonderung haben, wie der N. vagus, der N. lacrymalis u. a. Der N. vagus wird, wie E. H. Weber (*anat. nervi sympathici*) gezeigt hat, bei einigen Thieren zum grossen Theil selbst Vertreter des N. sympathicus, wie bei den Schlangen, wo er einen grossen Theil des Darmkanals versieht. Indem daher der N. sympathicus und der N. vagus sich gleichsam gegenseitig vertreten und beschränken können, scheint der Beweis geliefert zu seyn, dass in einem Empfindungsnerven nicht bloss retrograde Strömungen oder Schwingungen stattfinden können. Indess hat dieser Einwurf keinen grossen Werth; denn die organischen Wirkungen des N. vagus rühren doch höchst wahrscheinlich aus beigemischten organischen Fasern des N. sympathicus her, mit dem er sich so vielfach verbindet. Ueberhaupt enthält ein Nerve, der eine Strecke sich verbreitet, ganz andere Elemente, als bei seinem Ursprunge; die Natur kann auf seinem Wege noch viele andere Fasern ganz andrer Ordnung zu ihm gesellen. Ein lebhaftes Beispiel, wie ein motorischer Nerve von organischen Fasern begleitet wird, und wie die organische Wirkung von der motorischen verschieden seyn muss, haben wir an dem N. buccinatorius des Ochsen, der ein Büschel grauer organischer Fasern vom Ganglion oticum aufnimmt, die mit ihm hingehen, um sich wahrscheinlich in der Mundschleimhaut und den Wangendrüsen zu verbreiten. Hier sehen wir, dass für die motorische Strömung wie für die organische verschiedene Leiter nöthig sind; denselben Beweis können wir aber auch von den Empfindungsnerven führen. Denn wir sehen, dass die N. nasales vom zweiten Aste des N. trigeminus auch wieder von grauen organischen Fasern des N. sympathicus begleitet werden, welche beim Ochsen theils vom Ganglion sphenopalatinum, theils vom N. sympathicus selbst, nämlich vom Ramus profundus nervi vidiani kommen und zur Schleimhaut der Nase gelangen. Siehe oben p. 651. Wir sehen daher hier deutlich, dass die Empfindungsfasern zur Erregung der Absonderungen nicht hinreichen, und wir schliessen daraus, dass die Wechselbeziehung des N. vagus und sympa-

thieus bei gewissen Thieren kein voller Beweis für die Annahme centrifugaler Strömungen oder Schwingungen in den Empfindungsnerven seyn könne. Und so lässt es sich ohne eine centrifugale Wirkung in den Empfindungsnerven erklären, dass gewisse Theile der Haut, zu welchen doch nur Empfindungsnerven gelangen, doch einer grossen Veränderung der Absonderung des Blutreichthums, Turgors, unter verschiedenem Nerveneinflusse fähig sind, wie die Veränderung der Hautabsonderung und die Hautröthe in den Leidenschaften, besonders die Schaamröthe, beweisen.

Da, nach den oben mitgetheilten merkwürdigen Experimenten, die Hypothese wenigstens Gründe für sich hat, dass in den Empfindungsnerven centripetale, in den motorischen Nerven centrifugale Schwingungen oder Strömungen stattfinden, so wirft sich die Frage auf, ob vielleicht diese beiden Leiter zusammen einen Cirkel bilden, in welchem beständig das Nervenfluidum von den Centraltheilen nach den motorischen Nerven, von den peripherischen Enden der letzteren durch die sensibeln Nerven nach den Centraltheilen zurück stattfindet. Man könnte sich das Leben beständig mit einer Circulation des Nervenfluidums verbunden denken; diese würde nur so unmerklich seyn, dass davon nur das unmerkliche beständige Spiel der Muskelfibern in der scheinbaren Ruhe, und das Gleichgewicht, welches sich die verschiedenen Muskeln halten, und wiederum das undeutliche Gefühl aller Theile in einem gesunden Menschen herrühre. Diese Hypothese von der Circulation des Nervenfluidums oder seiner Schwingungen in den beiden Classen der Leiter wird aber aus mehreren Gründen sehr unwahrscheinlich. Denn da viele Nerven bloss sensibel sind, so müssten diese der Circulation entbehren, oder man müsste wieder annehmen, dass in ihnen neben Empfindungsfasern auch eben so viele andere mit centrifugalen Wirkungen enthalten seyen, die nur deswegen keine Bewegungen hervorrufen, weil sie sich nicht in Muskeln endigen. Sieht man nun gar bloss auf die motorischen und sensibeln Nerven, welche durch Anastomosen der Bündel zusammenhängen, wie z. B. N. facialis und infraorbitalis, so können solche Anastomosen noch weniger die Wege für einen Cirkel des Nervenfluidums darbieten. Denn erstens sind diese Anastomosen keine Verbindungen der Primitivfasern, und dann springt, wie Gaedechens Versuche zeigen, eine am N. facialis erregte Reizung nicht durch eine solche Anastomose auf den Stamm des N. infraorbitalis über, indem das peripherische Stück des durchschnittenen N. facialis, das zu einer solchen Anastomose gehört, gereizt keine Schmerzen verursacht. Aus Allem diesem geht hervor, dass eine regelmässige Circulation des Nervenfluidums vom Gehirn und Rückenmark durch die Nerven, und zu jenen zurück, sich nicht erweisen lässt und für jetzt sehr unwahrscheinlich ist.

Obgleich nun für die Hypothese von der verschiedenen Strömung oder Schwingung des Nervenprincips in den motorischen und sensibeln Nerven ein auf Beobachtung gegründeter empirischer Beweis von mir vorgebracht worden, so wird dieser doch durch mehrere andere Gründe so neutralisirt, dass man dar-

auf mit Sicherheit nicht fortbauen kann. Ein Umstand besonders erregt zuletzt noch grösseres Bedenken. Es ist nämlich oben p. 614. bewiesen worden, dass zur Erhaltung der Reizbarkeit der motorischen Nerven, ihre Verbindung mit den Centraltheilen nothwendig ist; diess scheint für eine gleiche Abhängigkeit aller Nerven, auch der Empfindungsnerven, vom Gehirn und Rückenmark zu sprechen. In diesem Falle würden diese aber centrifugale Ausstrahlungen auf die Empfindungsnerven haben. Spätere, nach glücklichen Ideen angestellte Versuche oder neue Entdeckungen müssen darüber entscheiden, und wir dürfen uns jetzt nur darüber freuen, dass die Erörterung dieser wichtigen Frage, von deren definitiver Entscheidung viele andere abhängen, durch die oben mitgetheilten Beobachtungen wenigstens schon in das Gebiet der empirischen Physiologie gehört.

## *V. Capitel.* Von den Gesetzen der Wirkung und Leitung in dem Nervus sympathicus.

Unsere Kenntniss von der Mechanik des N. sympathicus ist noch äusserst unvollkommen; kaum hat sich die Physiologie hier über die Aufstellung einiger Hypothesen erhoben, welche sich sämmtlich weder erweisen, noch entschieden widerlegen lassen. Dieser Nerve muss sich in seinen Wirkungen von den Cerebrospinalnerven wesentlich unterscheiden; denn die von ihm versehenen Theile haben undeutliche und vage Empfindungen und nur unwillkührliche und periodische Bewegungen. Der einzige Weg, hier ins Reine zu kommen, ist, die Thatsachen, welche wir von der Mechanik der Cerebrospinalnerven kennen, mit den Erscheinungen des N. sympathicus zu vergleichen und durch neue Beobachtungen zu untersuchen, in wie weit die Mechanik dieses Nerven von der der übrigen Nerven abweicht. Es frägt sich also: sind die Wirkungen der Fasern des N. sympathicus wie bei den Cerebrospinalnerven getrennt, oder können die einzelnen Fasern desselben durch Zusammenhang ihre Wirkungen einander mittheilen; findet eine Vermehrung der Fasern auf dem Fortschritte der Vertheilung, namentlich in den Ganglien statt, und ist vielleicht die Irradiation des motorischen Einflusses, und die Coincidenz der Empfindungen bei diesem Nerven das Normale? Sind die Ganglien Multiplicatoren des Nerveneinflusses und gleichsam kleine unabhängige Nervencentra, Radiationspunkte? Findet etwa in diesen Organen eine Reflexion des Nerveneinflusses in gewissen Richtungen statt? Sind die Ganglien die Ursachen, dass die Empfindungen undeutlich und vage werden, sind sie Organe der Irradiation oder der Vermischung der Empfindungen, oder sind sie Halbleiter, welche die Empfindungseindrücke in ihrer Wirkung auf das Gehirn und das Rückenmark hemmen, und den Einfluss des Willens auf die dem N. sympathicus unterworfenen Theile abhalten? Oder sind die Ganglien des N. sympathicus vielleicht mehr dem organischen Einflusse des sympathischen Nerven bestimmt, kleine Nervencentra, von welchen der Nerveneinfluss für die Beherrschung der chemisch-organi-

schen Vorgänge ausstrahlt? Findet in den organischen Nerven eine centripetale oder centrifugale, oder allseitige Wirkung von den gereizten Stellen aus statt? Alle diese Fragen lassen sich leider jetzt noch durchaus nicht bestimmt beantworten. Das einzige Sichere, was wir von den Wirkungen des N. sympathicus wissen, liegt zum Theil ausser der Beantwortung dieser Fragen, und namentlich können wir keine einzige der oben berührten Hypothesen von den Ganglien des N. sympathicus weder bestimmt widerlegen noch beweisen.

Der Grenzstrang des N. sympathicus ist ohnstreitig für das ganze System des N. sympathicus wichtig, insofern in diesem die Wurzelfäden von Gehirn- und Rückenmarksnerven zur weitern Ausstrahlung gesammelt werden; indessen scheinen die einzelnen Verbindungsfäden zwischen den Knoten nicht absolut zur Thätigkeit des N. sympathicus nöthig zu seyn; wenigstens hat sich in v. Pommer's Versuchen an Thieren gezeigt, dass der N. sympathicus zwischen dem ersten und zweiten Halsganglion auf beiden Seiten durchschnitten seyn kann, ohne dass innerhalb 7—8 Wochen, wie lange die Thiere beobachtet wurden, irgend eine erhebliche Folge eingetreten wäre. v. Pommer, *Beiträge zur Natur- und Heilkunde. Heilbronn* 1831. Hieraus geht zugleich hervor, dass der Kopftheil des N. sympathicus von dem Brusttheil ohne Nachtheil für das Leben isolirt seyn kann, indem der untere Halsknoten und der Brusttheil des N. sympathicus das ihnen von den Centraltheilen des Nervensystems zuströmende Nervenprincip mehr von den Spinalnerven, mit welchen sie in Verbindung stehen, als von den Cerebralnerven erhalten. Indessen könnte man aus der Unschädlichkeit der Zertheilung der beiden Nervi sympathici am Halse auch schliessen, dass wenigstens andere Verbindungen des Kopftheils mit dem Brusttheil, z. B. durch die die Arteriae vertebrales begleitenden Fäden, jene Verbindungen ersetzen können. Fände das Letztere erweislich statt, so wäre zugleich der Beweis geliefert, dass die Anastomosen, welche in den Cerebrospinalnerven bloss scheinbar sind, in dem N. sympathicus wirklich seyen, und dass eine Communication der Zustände dieses Nerven durch alle seine Verbindungen stattfinde.

### I. Von den Wirkungen des N. sympathicus bei den unwillkührlichen Bewegungen.

*I. Alle dem N. sympathicus unterworfenen Theile sind keiner willkührlichen Bewegung fähig.* Das Herz, der Darmkanal, die Ausführungsgänge der Drüsen, der Uterus, die Samenbläschen liefern hierzu die Beispiele. Es scheint sogar, dass wenn ein Cerebrospinalnerve sich vielfach mit dem N. sympathicus verbindet, er seinen willkührlichen Einfluss verliert, wie diess z. B. mit dem untern Theile des Nervus vagus der Fall ist. Die Speiseröhre ist nur unwillkührlich beweglich, obgleich der Schlund willkührlich bewegt werden kann. Wenn daher die motorischen Nerven der Speiseröhre wirklich noch vom N. vagus kommen, und die

motorischen Fasern des N. vagus nicht vielleicht schon nach Abgabe des N. pharyngeus, laryngeus superior und inferior ganz aufhören, so hat der untere Theil des N. vagus, der an der Speiseröhre, und dem Magen sich verbreitet, seinen willkührlichen motorischen Einfluss, den er in den N. laryngei und dem N. pharyngeus noch hat, ganz verloren. Eben so verhält es sich mit dem Mastdarm und der Harnblase, welche ausser sympathischen Nerven auch Zweige des Plexus sacralis erhalten, die aber entweder ganz oder grösstentheils der Willkühr entzogen sind.

Auf der andern Seite sind alle Muskeln, welche von Cerebrospinalnerven allein versehen werden, auch der willkührlichen Bewegung fähig. Die kleinen Muskeln des Ohres können wenigstens von einzelnen Menschen, wie von mir, willkührlich bewegt werden. Der Musculus cremaster, ein Fortsatz des Musculus obliquus internus und transversus, kann auch von Einigen willkührlich bewegt werden, obgleich sehr Viele darauf keinen Einfluss haben.

*II. Die von dem N. sympathicus versehenen Theile bewegen sich in schwächerem Grade noch fort, wenn sie aus ihren natürlichen Verbindungen mit dem übrigen sympathischen System und aus dem ganzen Organismus entfernt sind.* Das Herz schlägt, aus dem Organismus entfernt', noch lange Zeit fort, bei Amphibien stundenlang; der Darmkanal setzt ausgeschnitten seine peristaltischen Bewegungen fort. Man sah den ausgeschnittenen Eierleiter einer Schildkröte seinen Inhalt noch austreiben.

*III. Daher haben alle vom N. sympathicus versehenen beweglichen Theile eine gewisse Unabhängigkeit von dem Gehirn und Rükkenmark.* Wie weit diese geht, ist schon im I. Buch p. 183. untersucht worden. Als Hauptresultat können wir hier erwähnen, dass nicht allein das Herz nach Zerstörung des Gehirns und Rückenmarkes noch lange schwach schlägt, sondern dass es auch constatirte Fälle von Embryonen giebt, bei welchen sowohl das Gehirn als das Rückenmark während des Lebens im Ei langsam zerstört worden sind. Siehe Eschricht *über Gesichtsverdoppelung mit Mangel von Gehirn und Rückenmark.* Mueller's *Archiv.* 1834. p. 268. Vergl. oben p. 186.

*IV. Gleichwohl sind die Centralorgane des Nervensystems eines activen Einflusses auf die sympathischen Nerven, und ihre motorische Kraft fähig.* Aus den Versuchen von Wilson und anderen, welche p. 185. angeführt sind, ergiebt sich, dass die Bewegungen der vom N. sympathicus versehenen Theile zwar nach plötzlicher Zerstörung des Gehirns und Rückenmarkes nicht sogleich aufhören, dass man aber doch bei unversehrtem Gehirn und Rückenmark durch Verletzung und Reizung derselben auf die Art und Schnelligkeit des Herzschlages einwirken kann; wie denn Wilson Philip durch Aufträpfeln von Weingeist und Tabaksinfusum auf das Gehirn der Thiere die Bewegungen des Herzens beschleunigt haben will. S. oben p. 184. Viel augenscheinlicher ist die Wirkung der Leidenschaften.

*V. Nach den Versuchen von* Philip *haben auch nicht einzelne Theile des Gehirns und Rückenmarkes allein auf einzelne Theile des sympathischen Systems und der von ihm abhängigen*

*Bewegungen, wie des Herzens, Einfluss, sondern das Gehirn und das ganze Rückenmark oder jede Strecke desselben können die Bewegungen des Herzens verändern.* Wenn sich diess bestätigte, so wäre es ein wichtiger Unterschied der Cerebrospinalnerven und sympathischen Nerven. Denn die Reizung gewisser Theile des Rückenmarkes bedingt immer nur die Bewegungen gewisser Muskeln, welche gerade dorther ihre Nerven erhalten; bei den unwillkührlichen Bewegungen scheint aber jeder Theil des Rückenmarkes auf das sympathische System im Ganzen wirken zu können. Wenn diess ganz vollkommen bewiesen wäre, was es nicht ist, so würde das sympathische System seine Kräfte aus sehr vielen Wurzeln zugleich erlangen, und hernach nach seiner Verbreitung so vertheilen, dass nie eine vollkommene Isolation eines beweglichen Theiles von den anderen stattfände; was sich ohne eine gewisse Communication der Primitivfasern des N. sympathicus, die in den Cerebrospinalnerven fehlt, oder ohne eine Coincidenz und weitere Irradiation in den Ganglien nicht denken lässt. Wären diese Ideen richtig, so müsste die Reizung einer einzigen Wurzel des N. sympathicus auf das ganze sympathische System sich ausbreiten, und sowohl beschleunigte Herzbewegung, als beschleunigte Darmbewegung u. s. w. hervorrufen, und es würde eine gewisse Wurzel wegen des vorzugsweisen Antheils ihrer Fasern an einem unwillkührlich-beweglichen Organ nur vielleicht vorzugsweise das eine oder andere Organ mehr als die anderen beherrschen. Wir müssen uns gestehen, dass wir über diese wichtigen Fragen noch gar keine sicheren directen Versuche haben.

Ich galvanisirte den N. splanchnicus eines Kaninchens, den ich durchschnitten, an dem peripherischen Ende, welches ich auf einer Glasplatte isolirt hatte, mit einer Säule von 65 Plattenpaaren. Hierbei entstanden vermehrte peristaltische Bewegungen des Darms, woraus sich schliessen liesse, dass dieser Nerve auf den ganzen Darmkanal und nicht auf einen einzelnen Theil desselben influire, dass also dieser Nerve die Fähigkeit habe, seine Zustände sämmtlichen Nerven der Magen- und Gekrösgeflechte zu communiciren. Derselbe Erfolg trat ein, als ich bei Kaninchen, deren Darmkanal blossgelegt war, und bei denen die peristaltischen Bewegungen des Darms, die sich anfangs an der Luft verstärken, schon sehr matt geworden waren, das Ganglion coeliacum mit Kali causticum betupfte. Die Bewegung des Darms wurde sogleich sehr lebhaft.

*VI. Die Zusammenziehungen der Organe, welche von dem N. sympathicus abhängen, sind auf die Reizung ihrer selbst oder ihrer Nerven keine vorübergehende und momentane Zusammenziehungen, sondern entweder länger dauernde Contractionen, oder länger dauernde Modificationen der gewöhnlichen rhythmischen Zusammenziehungen, daher die Reaction gegen den Reiz hier entschieden länger dauert, als die kurze Einwirkung des Reizes selbst.* Reizt man den Darm bei einem geöffneten Thiere an einer Stelle chemisch, mechanisch, galvanisch, so tritt die Zusammenziehung ganz allmählig ein, und oft in ihrer ganzen Stärke, wenn die Ursache längst zu wirken aufgehört hat. Bei dem Herzen geschieht dasselbe,

was am Darm, auf andere Art: statt einer anhaltenden, nicht periodischen Zusammenziehung bewirkt ein vorübergehender Reiz eine anhaltende Reihe periodischer Schläge. Das Herz ist gegen mechanischen wie galvanischen Reiz reizbar. A. v. Humboldt und auch ich haben am Herzen der Frösche auf den galvanischen Reiz Zuckung eintreten gesehen; dagegen wirkt der Galvanismus nicht immer augenblicklich auf Zusammenziehung des Herzens, sondern verändert oft nur die Zahl der folgenden Schläge im Allgemeinen. Auch der mechanische Reiz bewirkt an einem langsam schlagenden Herzen nicht immer sogleich eine Zusammenziehung, sondern oft erst nach einigen Secunden; er wirkt aber offenbar, wie man sieht, wenn das ausgeschnittene Herz eines Frosches lange nicht geschlagen hat. Es ist also hier derselbe Fall, wie im Darmkanal, die Zusammenziehung beginnt oft erst einige Zeit nach der Reizung und dauert länger als die Reizung. Was aber das Herz auszeichnet ist, dass ein vorübergehender Reiz nicht eine anhaltende Zusammenziehung des Herzens, wie des Darmes hervorbringt, sondern die ganze Reihe der folgenden Pulsationen verändert. Wenn das Herz eines Thieres lange Zeit alle 4—5 Secunden geschlagen hat, so schlägt es nach Anwendung eines vorübergehenden Reizes lange Zeit nach einer andern Periode, z. B. alle Secunden oder alle zwei Secunden; und wenn es ganz zu schlagen aufgehört hat, so bewirkt ein vorübergehender Reiz, dass es nicht Einmal, sondern vielmal in einer gewissen Periode sich zusammenzieht. Es ist also hier durchaus wie bei anderen musculösen Theilen, die vom N. sympathicus abhängig sind, z. B. dem Darm, mit dem Unterschied, dass die anhaltende Reaction auf vorübergehende Reize beim Darm, Ductus choledochus, Sphincter vesicae sich nicht in periodische Zuckungen theilt, sondern zusammenhängend ist, beim Herzen dagegen sich auf periodische Zuckungen vertheilt, und darin die Perioden verändert. Dasselbe hat statt, wenn man die Reize nicht auf die Muskeln selbst, sondern auf den N. sympathicus anwendet. Als man bei einem geöffneten Thiere, nachdem die Pulsationen des Herzens langsamer geworden, den N. cardiacus magnus galvanisirte, so wurden die Pulsationen schneller, aber dieser neue Typus der Pulsationen dauerte über die Reizung fort. Diess haben A. v. Humboldt und Burdach beobachtet. Als ich den N. splanchnicus in dem erwähnten Versuche beim Kaninchen reizte, dauerte die schnelle und stärkere Bewegung aller Gedärme sehr lange Zeit fort, nachdem die Reizung nur vorübergehend war.

*VII. Die letzte Ursache der unwillkührlichen Bewegungen und die Ursache ihres Typus liegt weder in dem Gehirn noch Rückenmark, sondern in dem N. sympathicus selbst; aber diese Bewegungen behalten ihren Character, auch ohne den Einfluss der Ganglien, selbst wenn der N. sympathicus an einem Organe bis auf die in dem Organe selbst sich verbreitenden Zweige entfernt ist, deren Wechselwirkung mit den Muskelfasern allein zur Unterhaltung jener Bewegungen hinzureichen scheint.* Bekanntlich zieht sich das Herz ei-

nes Thieres auch ausgeschnitten und blutleer immer noch rhythmisch zusammen; diese Bewegungen dauern am ausgeschnittenen Froschherzen noch Stundenlang; woraus allein hervorgeht, dass die Ursache dieses Rhythmus nicht in dem abwechselnden Ein- und Ausströmen des Blutes gelegen seyn kann, sondern dass sie in dem Organe selbst liegt. Da nun in allen anderen beweglichen Theilen die Bewegung des Muskels immer von der Innervation desselben abhängt, auch die Bewegkraft der Muskeln nach meinen und Sticker's Versuchen mit der Reizbarkeit der Nerven verloren geht (p. 614.), so folgt, dass die letzte Ursache des Rhythmus, der rhythmischen Bewegungen der Herzkammern und Vorhöfe, und der abwechselnden peristaltischen Bewegungen der Gedärme, von der Wechselwirkung der sympathischen Nerven und der musculösen Theile, und von einer periodisch wirkenden Ausströmung des Nervenprincips in dem N. sympathicus abhängt. Man könnte sich auch die Wirkung der Nerven hierbei perennirend, die Reaction der Muskeln aber periodisch vorstellen, insofern die Reizbarkeit der Muskeln für den Strom des Nervenprincips durch ihre Zusammenziehung verändert würde (vergl. p. 51); allein diese Erklärung würde gewiss unrichtig seyn; denn man sieht nicht ein, warum das Herz seine Empfänglichkeit für einen perennirenden Strom des Nervenprincips jeden Augenblick verlieren und wieder gewinnen soll, da doch die willkührlichen Muskeln diese Reizbarkeit bei einer sehr lange dauernden Bewegung so lange für den continuirlichen Strom behalten; überdiess liegt ein entscheidender Beweis in dem Umstande, dass der Rhythmus der Aufeinanderfolge der Contractionen der Vorkammern und Kammern sich auch am blutleeren Herzen erhält, wo die Ursache offenbar in einem innern, die Abwechselung regulirenden Princip liegen muss.

Daraus, dass abgeschnittene, unwillkührlich bewegliche Theile, wie Herz, Darmkanal, den Typus ihrer rhythmischen oder peristaltischen Bewegung fortsetzen, sieht man deutlich, dass dieser Typus vom Gehirn und Rückenmark unabhängig ist, und wir haben so eben bewiesen, dass er in dem N. sympathicus selbst liegt. Nun liegt uns ob, den zweiten Theil des oben aufgestellten Satzes zu beweisen, dass die Stammtheile des N. sympathicus und die Ganglien zur Erhaltung dieses Typus auch nicht nöthig sind, sondern auch die letzten Verzweigungen des N. sympathicus noch die Fähigkeit haben, diesen Typus der unwillkührlichen Bewegungen zu reguliren. Es ist nämlich gar nicht nöthig, dass die Stämme der N. cardiaci zur Unterhaltung der Bewegungen des Herzens vorhanden seyen; das Herz des Frosches schlägt noch periodisch fort, selbst wenn man die ganze Basis, die Vorhöfe bis auf die Kammer abgeschnitten hat. Eben so dauern die peristaltischen Bewegungen des Darmkanals nicht allein fort, wenn man den Darm mit sammt dem Mesenterium und den gangliösen Nervenplexus von dem Rumpfe trennt, sondern auch, wenn man den Darm selbst von diesen Plexus isolirt, indem man ihn dicht an der Insertion des Mesenteriums abschneidet. In diesem Falle sind nur die peripherischen inneren Verzwei-

gungen des N. sympathicus an dem Herzen und Darm noch übrig, und dennoch bewegen sich diese Organe mit ihrem gewöhnlichen Typus geraume Zeit fort.

*VIII. So gewiss indess nach diesen Beobachtungen die äussersten und kleinsten Theile des N. sympathicus die Bewegungen der unwillkührlichen Theile noch reguliren können, so haben doch sowohl das Gehirn und Rückenmark, als die Ganglien selbst im gereizten Zustande den grössten Einfluss auf den Modus dieser Bewegungen; so lange die Organe noch durch Nervenverbindung mit jenen zusammenhängen. Gehirn und Rückenmark sind aber als die letzten Quellen auch der Thätigkeit des N. sympathicus anzusehen, wenn diese sich nicht erschöpfen soll.* Denn bekanntlich verändert sich der Herzschlag bei jeder Leidenschaft, und die Bewegungen des Darmkanals werden bei Irritation des Rückenmarks ebenfalls verändert; auch sind die Centralorgane des Nervensystems für die unwillkührlich beweglichen Theile als für die Dauer nothwendige Quellen des Nervenprincips anzusehen; indem bei Lähmungen des Rückenmarkes auch die Beweglichkeit des Darmkanals abnimmt, und Trägheit desselben eintritt. Aber auch die Reizung der Ganglien selbst wirkt auf alle von ihnen aus zu den unwillkührlich beweglichen Theilen hingehenden Nerven, wie folgende Versuche beweisen. Ich habe schon oben erwähnt, dass ich durch Galvanisiren des durchschnittenen N. splanchnicus eines Kaninchens an dem zum Ganglion coeliacum gehenden Stück, welches auf einer Glasplatte lag, vermehrte Bewegung des ganzen Darmkanals hervorbrachte. Diesem Versuch konnte man den Vorwurf machen, dass das galvanische Fluidum von 65 Plattenpaaren viel zu stark war, und dass es deswegen durch die thierischen Theile als durch blosse nasse Leiter bis auf den Darm selbst überspringen konnte, so dass man nicht viel mehr gethan, als wenn man den Darm selbst galvanisirt hätte. Indessen habe ich in diesen Tagen noch einige Versuche angestellt, welche ganz entscheidende Resultate gaben. Ich legte bei einem Kaninchen den ganzen Darmkanal bloss, und zu gleicher Zeit das Ganglion coeliacum. Sobald der Darmkanal eines Thieres der atmosphärischen Luft ausgesetzt ist, werden seine Bewegungen sehr lebhaft; diess dauert eine ganze Zeit, allmählig nehmen sie wieder ab, bis sie ganz schwach werden. Diesen Moment wartete ich ab. Ich betupfte dann das Ganglion coeliacum mit einem Stückchen Kali causticum, worauf sogleich die peristaltischen Bewegungen des Darmkanals wieder lebhaft wurden. Dieser Versuch gab mir bei Wiederholung dasselbe ganz unzweideutige Resultat. Also sind die Ganglien fähig, im Zustande der Reizung das Nervenprincip bis zu den feinsten Verbreitungen des N. sympathicus in beweglichen Theilen in Thätigkeit zu setzen; obgleich die Thätigkeit dieser Theile im Allmeinen fortdauert, wenn die Ganglien entfernt sind.

*IX. Aus den bisherigen Thatsachen geht hervor, dass der N. sympathicus durch die Centraltheile des Nervensystems, Gehirn und Rückenmark, als Quellen des Nervenprincips gleichsam geladen werden kann, dass er aber, einmal geladen, seine Ladung mit dem Nerven-*

*princip behält, und fortfährt, dasselbe nach seiner gewöhnlichen Thätigkeit auszuströmen, auch wenn die fernere Ladung vermindert würde, und erst von einer gewissen Zeit an sich kräftiger erneuerte. Woraus ein Theil der Phänomene des Schlafs erklärlich wird.* Während das Sensorium commune im Schlafe grossentheils unthätig wird, fährt die Bewegung des Herzens, Darmkanals wenig oder gar nicht verändert fort. Denn die von dem N. sympathicus abhängigen Theile sind von einer theilweisen und vorübergehenden Ruhe des Sensoriums nicht abhängig, so lange sie noch gleichsam mit Nervenprincip geladen sind. Im Gegentheil scheint sich die Ausstrahlung des Nervenprincips von den Centraltheilen her dem sympathischen Theile des Nervensystems um so mehr zuzuwenden, als die Verwendung desselben für die Thätigkeit der Sinne und der Seelenoperationen jetzt durch die, vermöge der täglichen Reizung eingetretenen, materiellen Veränderungen der Sinne und gewisser Theile des Gehirns während des Schlafes aufhört. Auch in der Ohnmacht wird zwar die Thätigkeit des Herzens geschwächt, aber sie erhält sich in viel höherem Grade, als die aller von Cerebrospinalnerven versehenen Theile. Hier zeigt sich also etwas, was sich noch an dem ausgeschnittenen Herzen und Darm, nur geringer, eine Zeit lang offenbart. Verliert aber das Gehirn und Rückenmark zu sehr die Fähigkeit, Quelle des Nervenprincips zu seyn, ist keine Erholung in grösseren Zwischenräumen mehr möglich, so kömmt auch das sympathische System in den Fall, in welchen das System der Cerebrospinalnerven täglich einmal, nämlich im Schlafe, verfällt; dann entsteht eine Erschöpfung, welche gleichsam nicht durch fernere Ladung mehr ausgeglichen werden kann; so entsteht jener, den Tod verkündende, häufige, schwache, kaum fühlbare Puls, am Ende der acuten Krankheiten. Vergl. Wilson Philip *Philos. transact.* 1833. 1. Mueller's *Archiv für Anat. und Physiol.* 1834. 137.

X. *Die örtliche Application der Narcotica auf den N. sympathicus wirkt nicht narcotisirend in die Ferne auf die unwillkührlich beweglichen Organe; aber die letzteren können durch die Narcotisation der feinsten, in ihnen selbst sich verbreitenden Fasern des N. sympathicus paralysirt werden.* Diess Verhältniss ist ganz wie bei den übrigen oder Cerebrospinalnerven, indem die örtliche Application eines Narcoticums hier gerade so weit, und nicht weiter wirkt, als es den Nerven berührt, wo es die Reizbarkeit desselben aufhebt. Indessen zeigt sich doch hier, und zwar bei dem Herzen, noch ein ganz merkwürdiges und bis jetzt nicht erklärliches Verhältniss zwischen der äussern und innern Oberfläche des Organes. Applicirt man nämlich ein Narcoticum, wie Opium purum oder Extractum nucis vomicae, auf die äussere Oberfläche des Herzens, so scheint diess sehr wenig oder gar nicht, wenigstens erst sehr allmählig zu wirken; die rhythmischen Bewegungen des ausgeschnittenen Froschherzens dauern darauf sehr lange fort; bringt man aber ein wenig Opium oder Extractum nucis vomicae mit der innern Wand der Herzkammer in Berührung, so steht das Herz sogleich für immer still, öfter schon nach einigen Secunden. Diess ist eine wichtige Entdeckung von Henry

(*Edinb. med. and surg. Journal.* 1832.), welche ich öfter am Froschherzen bestätigt habe. Diese Thatsache ist auch ein neuer Beweis, dass die Bewegungskraft der Muskeln von ihrer Wechselwirkung mit den Nerven abhängt, und ihnen ohne die Nerven nicht eigen ist. Wir haben hier den Fall, dass wir die Muskelkraft der oberflächlichen Schichten des Herzens durch Narcotica nicht leicht paralysiren können, während wir durch Application des Giftes von innen mit den inneren Muskelschichten auch die äusseren tödten; eine Wechselwirkung, welche nicht von den Muskelfasern selbst, sondern von den Nervenfasern ableitbar ist. Diese schnelle Wirkung des narcotischen Giftes ist auch nicht davon erklärbar, dass das Gift von innen schnell durch die Wände des Herzens durchdringe. Denn wenn man die Vorhöfe des Froschherzens ganz abgeschnitten, wie ich that, und nun in die offene Kammer ein wenig Gift bringt, so muss dasselbe bei der nächsten Zusammenziehung eher ausgetrieben werden als tiefer eindringen, was ohnehin nicht durch Gefässe geschehen kann. Uebrigens erklärt jene merkwürdige Beobachtung wohl auch die Schnelligkeit der narcotischen Vergiftung, wenn ein Gift einmal mit dem Blut bis zum Herzen gekommen ist.

*XI. Von den in die Ganglien tretenden Wurzelfäden und von den Ganglien kann das Nervenprincip nach allen, aus einem Ganglion kommenden, peripherischen Nervenausstrahlungen sich verbreiten; und es scheint sich gerade umgekehrt, wie in den Plexus der Cerebrospinalnerven zu verhalten, in welchen keine Communication der Wirkung stattfindet.* Man hat für diesen wichtigen Satz jetzt nur die zwei oben angeführten Beobachtungen von mir über den N. splanchnicus und das Ganglion coeliacum. Als ich nämlich den N. splanchnicus eines Kaninchens mit einer Säule von 65 Plattenpaaren galvanisirte, vermehrten sich sogleich die peristaltischen Bewegungen nicht eines einzelnen Theiles des Darmes, sondern des ganzen Tractus intestinalis; und als sie beinahe aufgehört hatten, konnten sie dadurch wieder lebhaft erneuert werden. Als bei zwei anderen Kaninchen, bei denen die peristaltischen Bewegungen schon sehr schwach geworden, Kali causticum auf das Ganglion coeliacum aufgetupft wurde, erneuerten sich die peristaltischen Bewegungen sogleich mit grosser Lebhaftigkeit am ganzen Darmkanal. Das Ganglion coeliacum wirkt also nicht auf einen einzelnen Theil des Darms, sondern wie ein ungeheurer Nervenstamm auf den ganzen Darmkanal, wie auf alle Theile eines Gliedes zugleich.

*XII. Die Gesetze der Reflexion, welche im III. Capitel von den Cerebrospinalnerven aufgestellt wurden, gelten auch von den sympathischen Nerven, d. h. heftige Empfindungseindrücke in den, vom N. sympathicus versehenen Theilen können, auf das Rückenmark verpflanzt, Bewegungen in den von Cerebrospinalnerven versehenen Theilen hervorbringen.* So entstehen die Zuckungen bei Reizungen im Darmkanal der Kinder, indem die Reizung von dem N. sympathicus auf das Rückenmark, und von diesem auf die Cerebrospinalnerven reflectirt wird. Es gehören ebenfalls hieher die das Erbrechen begleitenden Krämpfe der Athemmuskeln, so-

fern das Erbrechen von Reizen im Darmkanal erregt wird. Dieselbe Entstehung haben alle krampfhaften Zufälle, welche ihre Ursache in örtlichen Fehlern der Organe des Unterleibes haben. Es lässt sich aber auch diese Reflexion durch einen Versuch erweisen. Ich habe nämlich beim Kaninchen schon mehrmals beobachtet, dass man durch Zerrung des mit der Pincette aufgehobenen N. splanchnicus mit der Nadel, reflectirte Zuckungen der Bauchmuskeln derselben Seite bewirken kann. Ein Versuch, der mir wiederholt beim Kaninchen, nicht aber beim Hunde gelang.

*XIII. Die Reflexion von Empfindungseindrücken in den vom N. sympathicus versehenen Theilen auf Rückenmark und Gehirn, und von dort auf die motorische Thätigkeit des N. sympathicus, findet auch statt, allein in einem geringeren Grade, als bei den Cerebrospinalnerven.* Ein Beispiel davon ist der Harndrang, die Nothwendigkeit, öfter Harn zu lassen, oder die Zusammenziehungen der Harnblase von scharfen Eigenschaften des Harns; denn hier wirkt die Schärfe nicht auf die Muskelfasern der Harnblase, sondern zunächst nur auf die Empfindungsnerven der Schleimhaut. Es gehört ferner hieher die Veränderung der Weite der Pupille bei verschiedenen Krankheitszuständen des Darmkanals, die Veränderung des Herzschlages bei Krankheiten der Unterleibsorgane, das Erbrechen bei Krankheiten der Leber, der Nieren, des Uterus etc. Man hat alle diese Phänomene auch aus einer sympathischen Wirkung des N. sympathicus selbst, ohne Antheil des Gehirns und Rückenmarks erklärt; da jedoch alle ähnlichen Erscheinungen an dem Cerebrospinal-Nervensystem zur Vermittelung der sensoriellen und reflectirten motorischen Wirkung die Centralorgane, Gehirn und Rückenmark, nöthig haben, so ist es vor der Hand wahrscheinlicher, dass das Gehirn und Rückenmark auch bei den Reflexionserscheinungen in den vom N. sympathicus versehenen Theilen die Vermittelung zwischen der sensoriellen-centripetalen und motorischen-centrifugalen Wirkung bilden. Vergleicht man die Reflexionserscheinungen in den Cerebrospinalnerven mit denen, bei welchen die ursprüngliche und reflectirte Erregung in den vom N. sympathicus versehenen Theilen stattfindet, so zeigt sich, dass sie in den ersteren viel lebhafter und leichter eintreten, als in den letzteren. Denn wie häufig, schnell und leicht sind diese Erscheinungen beim Husten, Niesen, Erbrechen u.s.w., wie gross die Zahl der hieher gehörigen, im 3. Capitel erläuterten Erscheinungen gegen die Reflexionserscheinungen im N. sympathicus. Auch der Umstand, dass Darmentzündungen nicht so leicht und stark, als Entzündungen anderer mit Cerebrospinalnerven versehener Theile den Puls, d. h. Herzschlag verändern, scheint dafür zu sprechen, dass die Reflexion vom sympathischen Nerven zum Rückenmark, und wieder zum sympathischen Nerven schwerer ist, als die ähnliche Reflexion beim Cerebrospinal-Nervensystem, oder die erstere Thatsache wird durch die letztere erläutert. Versuche über diesen Gegenstand lassen sich schwer anstellen, und diejenigen, welche ich angestellt habe, zeigen wenigstens keine besondere Nei-

gung der vom N. sympathicus versehenen Theile zur sensoriell motorischen Reflexion im N. sympathicus selbst. Ich legte den Darmkanal eines lebenden Kaninchen bloss, und erregte, indem ich um eine Stelle des Dünndarms eine feste Ligatur anlegte, eine heftige sensorielle Erregung, worauf ich den Darm wieder in die Unterleibshöhle zurückbrachte. Ich wollte nun sehen, ob diess Ursache würde, dass durch Reflexion vom Rückenmark nach der Umgegend jener Stelle hin, eine enge Zusammenziehung des Darms zu beiden Seiten der Ligatur bis in einige Entfernung hin erfolge. Diess geschah aber nicht, auch nicht, als ich diesen Versuch wiederholte.

*XIV. Auch die Reflexion von Wirkungen, die von den Cerebrospinalnerven ausgehen, auf das Rückenmark verpflanzt, von dort auf das sympathische Nervensystem reflectirt werden, ist eine ziemlich häufige Erscheinung.* Als Beispiele solcher Wirkungen kann man hier anführen, die bei heftigen wollüstigen oder schmerzhaften Empfindungen der Haut entstehende Veränderung des Herzschlages; die Bewegung der Iris von Empfindungseindrücken durch den Sehnerven, Gehörnerven, N. trigeminus, wovon das Nähere p. 700. angeführt worden; die Zusammenziehung der Samenbläschen von Reizung der Gefühlsnerven der Ruthe.

*XV.* Es entsteht nun die Frage: *Ob in dem N. sympathicus, vermöge der Ganglien, nicht auch unabhängig vom Gehirn und Rückenmark Reflexionserscheinungen möglich sind.* Diese interessante Frage lässt sich jetzt noch nicht bestimmt beantworten. Wäre diese Art von Reflexion möglich, so würden die sympathischen Nerven von den Cerebrospinalnerven eine merkwürdige Ausnahme machen, und durch die gangliöse Natur jener Nerven wäre vielleicht eine Wechselwirkung der sensoriellen und motorischen Fasern möglich, die bei den Cerebrospinalnerven ohne Vermittelung des Gehirns und Rückenmarks niemals stattfindet. Bei den von Cerebrospinalnerven versehenen Muskeln eines vom Rumpfe getrennten Gliedes, zuckt von dem gereizten Muskel jedesmal nur der eben gereizte Theil desselben, und nicht der ganze Muskel und nicht eine Muskelfaser in ihrer ganzen Länge. Die Frage ist also die, ob man z. B. an einem, mit dem Mesenterium und den gangliösen Plexus ausgeschnittenen Darmkanal eines lebenden Thieres durch Reizung einer einzelnen Stelle Zusammenziehungen in einigem Umfange, Zusammenziehung eines ganzen Darmstückes hervorbringen kann. Diess ist aber nicht möglich. Jedesmal zieht sich nur der gereizte Theil des Darms zusammen; ja es verbreitet sich eine, durch Quetschung mit der Pincette an einem Punkte des Darms angebrachte Reizung, nicht einmal cirkelförmig, wie ein Ring um das ganze Rohr, sondern es entsteht eine ganz beschränkte Einziehung der Darmwand an jenem Punkte, während die entgegengesetzte Stelle der Darmwand ganz platt und ruhig bleibt. Diess habe ich nicht allein am Darmkanal wiederholt gesehen, sondern auch am Uterus eines trächtigen Kaninchens in gleicher Art beobachtet. Jedesmal entstand an der gereizten Stelle des Uterus eine kleine harte Zusammenziehung der nächsten Muskelfasern gegen den einen

Punkt hin, aber der ganze übrige Uterus blieb ruhig. Also scheint an den meisten, dem N. sympathicus unterworfenen Theilen eine vom N. sympathicus selbst und allein abhängige Reflexion nicht möglich. Man ist selbst nicht einmal im Stande, jene reflectirten Zusammenziehungen des Darms von einer gereizten Stelle desselben aus bei einem Thiere hervorzubringen, dessen Darm noch in unversehrter Verbindung mit dem Rumpfe, und also mit dem Rückenmark durch den N. sympathicus steht, und eben so ist es mit dem Uterus der Thiere. Aber an dem abgeschnittenen Herzen scheint es wirklich, als wenn die Reizung einer einzigen Stelle sich auf das ganze Herz verbreiten könnte. Wenn man das Herz eines Frosches ausschneidet und auf dem Tische so lange liegen lässt, bis sich die Häufigkeit der Schläge sehr vermindert hat, und nur von Zeit zu Zeit eine Zusammenziehung eintritt, ist der Zeitpunkt gekommen, wo man Untersuchungen über die Reizbarkeit des Herzens anstellen kann. Reizt man dann das Herz mechanisch mit einer Nadel, so erregt man eine Zusammenziehung, die man nun nicht mehr mit den zum gewöhnlichen Rhythmus gehörenden Zusammenziehungen verwechselt. Es ist nun sehr merkwürdig, dass, wo man auch den mechanischen Reiz auf das Herz anbringe, die Reaction doch immer so ist, als ob man das ganze Herz gereizt hätte. Es erfolgt nämlich nicht eine Zuckung der gereizten Stelle des Herzens, sondern des ganzen Herzens. Es scheint also für gewiss daraus hervorzugehen, dass sich im Herzen die örtliche Veränderung der Reizbarkeit durch den Reiz mit dem Zustande der Reizbarkeit des ganzen Herzens ins Gleichgewicht setzt, so dass man von jedem Punkte des Herzens gleichsam die Statik in der Vertheilung der Kräfte des Herzens verändern kann. Da nun eine solche Ausgleichung nicht von den Muskelfasern selbst abhängen kann, so haben wir an dem Herzen allerdings den höchst merkwürdigen Fall eines dem N. sympathicus unterworfenen Organes, wo eine an demselben angebrachte Reizung, ohne Mitwirkung der Centralorgane des Nervensystems sich verbreitet (Irradiation), und wieder auf das Ganze motorisch zurückwirkt. Diess setzt aber eine Communication der Nervenfasern im ganzen Herzen voraus. Diese Verbindung der Fasern und die Communication der Reizung muss selbst in der feinsten peripherischen Nervenverbreitung in dem Muskelfleisch des Herzens liegen; und das Phänomen kann nicht durch Wirkung des Empfindungseindruckes auf die Stämme der Herznerven, und reflectirende Rückwirkung auf das ganze Herz erklärt werden. Denn wenn man die Stämme der Herznerven mit sammt den Vorhöfen ganz von dem Froschherzen abschneidet, so dass bloss die Kammer übrig bleibt, so dauert das oben beschriebene Phänomen dennoch fort. Diess ist ein ganz ausserordentlich merkwürdiges Verhältniss. Die einzelnen Theile eines Muskels hängen sonst in ihrer Gesammtwirkung nur von ihrem Nervenstamm, die einzelnen Theile des Nervenstammes von dem Gehirn und Rückenmark ab; in diesem haben alle von den einzelnen Nervenfasern abhängigen Theilchen eines Muskels ihre Einheit. Bei dem Herzen ist alles anders; alle

Muskelfasern sind hier durch die Wechselwirkung der Nervenfasern selbst in Consens. Diess Organ zeigt uns das einzige Beispiel einer Wiederholung jenes Gesetzes, was von dem ganzen Organismus gilt, in sich selbst als einem kleinen abgesonderten organischen System, nämlich des Gesetzes, dass im Organismus, durch die Verbindung aller Theile vermöge der Centralorgane, ein Theil alle bestimmen kann. Denn so kann die Veränderung eines Theiles des Herzens alle bestimmen.

*XVI. Es ist noch ganz unbekannt, ob der N. sympathicus sympathische Bewegungen von der Reizung eines Organes aus in einem andern hervorrufen kann;* weil sich nämlich alle hieher gehörigen Erscheinungen auch durch die Vermittelung des Gehirns und Rückenmarkes, oder durch das im 3. Capitel erläuterte Phänomen der Reflexion erklären lassen.

*XVII. Es ist nicht erwiesen, und mehrere Beobachtungen sprechen dagegen, dass die Ganglien als Isolatoren im Stande sind, den vom Gehirn und Rückenmark ausgehenden motorischen Einfluss zu hemmen; aber es ist wahrscheinlich, dass sie es sind, wodurch bewirkt wird, dass bei diesem motorischen Einfluss nur der Modus, der Zustand der Bewegung verändert wird; ein Einfluss, der indess nicht bloss den Ganglien, sondern allen sympathischen Nerven zukömmt.* Ich bemerke, dass hier nicht von willkührlichem, sondern von motorischem Einfluss im Allgemeinen die Rede ist. Jeder weiss, wie leicht und schnell eine Veränderung in den Centralorganen des Nervensystems auf das ganze sympathische System wirkt, wie schnell eine leidenschaftliche Aufregung den Schlag des Herzens umändert, Bewegungen des Darmkanals mit Kollern hervorruft; wie ein Nervenanfall, bei dem die Centralorgane des Nervensystems afficirt waren, mit Kollern im Darmkanal endigt. Wir werden später sehen, dass die Ganglien auch keine Isolatoren für retrograde oder centripetale Wirkungen im N. sympathicus sind; indem ich durch Zerrung des N. splanchnicus beim Kaninchen in demselben Moment eine reflectirte Zuckung an den Bauchmuskeln derselben Seite bewirkte; was beweist, dass die Reizung des N. splanchnicus in den Ganglien des N. intercostalis oder des Grenzstranges kein Hinderniss fand, um nach dem Rückenmark zu gelangen. Nur diess zeigt sich überall, dass der motorische Einfluss der Centralorgane des Nervensystems auf den sympathischen Nerven wirkend, nicht jene schnellen, der Dauer des Reizes entsprechenden Zuckungen hervorbringen kann, wie bei den Wirkungen auf die Cerebrospinalnerven, sondern, dass durch den motorischen Einfluss des Gehirns und Rückenmarkes mehr nur der Zustand, der Modus einer anhaltenden Reihe von Bewegungen verändert wird. Indessen besitzen doch nicht bloss die Ganglien, sondern der ganze N. sympathicus, auch die feineren Nervenzweige desselben die Fähigkeit, schnelle Einwirkungen auf die dem N. sympathicus unterworfenen Theile so zu modificiren, dass nicht Zuckungen, sondern länger dauernde Veränderungen des Modus der Bewegung eintreten, wie oben bewiesen worden. Denn an dem abgeschnittenen ermatteten Herzen kann man durch einen momentanen Reiz auf eine geraume Zeit die Art des Herz-

schlages verändern, und der abgeschnittene Darm zieht sich auf angebrachten Reiz viel länger, als dieser dauert, zusammen, und erreicht den höchsten Grad der Contraction erst lange nachdem ein momentan wirkender Reiz aufgehört hat.

*XVIII. Es ist noch nicht entschieden, dass die Hemmung des Willenseinflusses auf die vom N. sympathicus versehenen Theile, von der Natur der Ganglien abhängt.* Dieser Satz bedarf keines weitern Beweises, da uns keine hinreichenden Gründe für die erste Ansicht bekannt sind. Ich muss jedoch bemerken, dass es im Allgemeinen viel wahrscheinlicher ist, dass die Ganglien nicht die Ursache der Isolation des Willenseinflusses sind. Denn da sie, wie vorher bewiesen wurde, den motorischen Einfluss auf das sympathische System nicht isoliren, sondern das ganze sympathische System (nicht bloss die Ganglien) diesen Einfluss allmähliger und dauernder wirkend macht, so könnte ein vom Willen ausgehender motorischer Einfluss der Centralorgane auf den N. sympathicus so gut, wie aller motorischer Einfluss kein absolutes Hinderniss in den Ganglien des N. sympathicus finden. Es scheint daher, dass die Unfähigkeit zu willkührlichen Bewegungen in allen vom N. sympathicus versehenen Theilen nicht von dem N. sympathicus und den Ganglien abhängt, sondern dadurch bedingt ist, dass die Fasern des N. sympathicus im Rückenmark und Gehirn nicht, wie die Fasern anderer Nerven, bis zu der Quelle des Willenseinflusses gelangen. Die dem N. sympathicus unterworfenen Theile gleichen daher in Hinsicht des Mangels der Willensbestimmung einigermassen den für den Willen gelähmten, willkührlich beweglichen Theilen. Hier kann die Leitung des durch den Willen bewirkten motorischen Stromes zu dem Nerven an einer Stelle im Laufe des Rückenmarkes gehemmt seyn, gleichwohl bleibt dieser Nerve noch für unwillkührliche motorische Einflüsse von dem unter der Verletzung liegenden Theile des Rückenmarkes empfänglich. Man vergleiche über diesen Gegenstand Rob. Whytt *on the vital and others involuntary motions of animals. Edinb.* 1751.

*XIX. In gewissen, von dem N. sympathicus und den Spinalnerven zugleich abhängigen Theilen scheint ein willkührlicher Einfluss erst nach einer lange dauernden centripetalen oder sensoriellen Einwirkung stattzufinden.* So ist es mit der Harnblase; diess ist ein in Hinsicht seines Verhältnisses zum Gehirn und Rückenmark noch sehr räthselhaftes Organ. Es ist von rein sympathischen Zweigen des Plexus hypogastricus und von nicht sympathischen Nerven, nämlich Zweigen der Sacralnerven versehen. Es scheint in der Regel dem Einfluss des Willens ganz entzogen zu seyn; und doch scheint es, als wenn wir zuweilen durch eine blosse intendirte Zusammenziehung der Harnblase, ohne die Mitwirkung des Zwerchfelles und der Bauchmuskeln, den Harn austreiben können. Es scheint so, sage ich, denn gewiss ist es nicht. Auch E. H. Weber (*Anatomie* 3. *p.* 354) nimmt einigen Einfluss des Willens auf die Urinblase an. Wenn diess nun so sich verhält, so tritt jene Fähigkeit doch erst nach einer langen Ansammlung des Urins in der Harnblase ein; also nachdem diese Flüssigkeit einen dauernden

Empfindungseindruck auf die Empfindungsnerven der Blase, und so auf das Rückenmark gemacht hat.

XX. *Manche dem N. sympathicus unterworfenen Theile sind zwar nur unwillkührlich beweglich, gerathen aber in Mitbewegung (p. 662.), wenn willkührlich bewegliche Theile bewegt werden, so dass von dem willkührlich motorischen Einfluss etwas auf sie gegen den Willen überspringt, gerade so, wie wenn dem Willen unterworfene Theile gegen unsern Willen mit andern mitbewegt werden.* Ein Beispiel dieser Art liefert die Iris. Von diesem Theil ist es schwer zu sagen, ob er wirklich zu den von dem N. sympathicus oder von den Cerebralnerven abhängigen Theilen gehöre. Seine Bewegung ist unwillkührlich, gleicht aber doch den Bewegungen mehrerer schwachen willkührlichen Muskeln, die in der Regel allein nicht willkührlich bewegt werden können, wohl aber durch Mitbewegung mit anderen willkührlichen Muskeln sich zusammenziehen können, wie die Ohrmuskeln bei mehreren Menschen, wie bei mir, mit dem Musc. epicranius bewegt werden können, und manche Menschen den sonst dem Willen entzogenen Cremaster mit Anziehung der Bauchmuskeln bewegen können. Da indess die kurze motorische Wurzel des Ganglion ciliare (a N. oculomotorio) ihre Fäden durch dieses Ganglion, das mit dem N. sympathicus zusammenhängt, durchgehen lässt, so ist es wahrscheinlicher, dass die Iris zu den eigentlich unwillkührlichen, vom N. sympathicus abhängigen Theilen gehört. Nun ist es äusserst merkwürdig, dass man die Iris willkührlich mitbewegen kann, wenn man gewisse Aeste des N. oculomotorius willkührlich in Thätigkeit setzt, wie z. B. jedesmal, wenn man das Auge nach innen oder nach oben und innen dreht; denn dann wird die Iris bei allen Menschen zusammengezogen oder die Pupille enge. Man hat also hier das merkwürdige Beispiel, dass mit der willkührlichen Intention in einem Cerebrospinalnerven zugleich scheinbar willkührlich etwas auf einen dem N. sympathicus unterworfenen, sonst unwillkührlichen Theil überspringt. Vielleicht gehört es auch hieher, dass man bei einem grossen Bedürfniss zum Harnlassen durch Thätigkeit der Muskeln der unteren Extremitäten beim Gehen oder Laufen den Harn länger zurückbehalten, also die Thätigkeit des Musculus sphincter vesicae verstärken kann. Endlich scheint ein solches Uebergehen des Nerveneinflusses selbst auf das Herz bei starken Muskelanstrengungen stattzufinden.

Das merkwürdige Phänomen der beschleunigten Herzbewegung bei willkührlichen Anstrengungen hat noch gar keine hinreichende Erklärung gefunden. Man hat gesagt, bei Anstrengungen wird eine grössere Menge arteriellen Blutes gebraucht, deswegen muss das Herz das Blut schneller durch die Lungen treiben; aber aus einem grössern Athembedürfniss folgt deswegen nicht, dass das Herz diesem Zwecke gemäss bewegt werde. Man hat jenes Phänomen ferner aus der Störung des Blutlaufes durch die Lungen und durch das Herz, vermöge der Hemmungen des Kreislaufes erklärt; indessen tritt die beschleunigte Herzbewegung auch bei Anstrengungen der blossen unteren Extremitäten, beim

Bergsteigen, Laufen, ein. In diesem Falle sieht man nicht ein, wie der Lauf des Blutes durch die Lungen und das Herz verhindert seyn sollte. Denn wenn auch wegen der beständigen Zusammenziehungen der Muskeln der unteren Extremitäten der Lauf des Blutes durch die unteren Extremitäten gehemmt wird, so wird er deswegen nicht in den Lungen und dem Herzen gehemmt; sondern das Blut, welches nun nicht die kleinen Gefässe der unteren Extremitäten durchgehen kann, kömmt auch nicht zum Herzen zurück, und wird sich also nicht in den Lungen und im Herzen anhäufen. Der Erfolg muss vielmehr derselbe seyn, wie wenn man sich in aller Ruhe um beide Oberschenkel ein Tourniquet legt und die Blutbewegung in den unteren Extremitäten hemmt, worauf keine beschleunigte Herzbewegung eintritt. Es wäre daher wohl möglich, dass diese so gewöhnliche beschleunigte Herzbewegung bei Anstrengungen, die bei nervenschwachen Menschen so stark wird, eine zwar unmerkliche, aber zuletzt immer stärker hervortretende Mitbewegung wäre, ein Ueberspringen des Nervenprincips von dem in so grosser Kraftanstrengung begriffenen Rückenmark auf die sympathischen Nerven, gleichwie die Iris sich unwillkührlich bei willkührlicher Anstrengung des N. oculomotorius mitbewegt. Da diese Erklärung indess nicht direct als richtig erwiesen werden kann, und nur an ein analoges wirkliches Factum sich anschliesst, so kann sie vor der Hand nur als eine Andeutung für fernere Untersuchungen in diesem dunkeln Felde hingestellt werden.

### 2. Von den sensoriellen Wirkungen des N. sympathicus.

*I. Die Empfindungen in den vom N. sympathicus versehenen Theilen sind schwach, undeutlich und nicht umschrieben, und nur bei heftigen Reizungen deutlicher und bestimmter.* Die hieher gehörigen Thatsachen sind schon oben p. 646. angeführt worden. Vielleicht hat daran eine Communication der Primitivfasern Antheil. Durch stärkere wiederholte Reizung wurde in Brachet's Versuchen die Empfindung in den Ganglien, die anfangs fehlte, deutlicher.

*II. Ob in diesen Theilen die Irradiation der Empfindungen über die von dem Reiz afficirten Stellen hinaus ein gewöhnliches Phänomen sey, und das Vage der Empfindungen von der Irradiation abhänge, ist unbekannt;* es ist nicht erwiesen, ob ein Empfindungseindruck in dem Nervus sympathicus selbst sich weiter ausbreiten kann, ob die Irradiation der Empfindungen von der Communication der Primitivfasern des N. sympathicus und den Ganglien abhängt, oder ob, wenn eine leichte Irradiation in den vom N. sympathicus versehenen Theilen stattfindet, diese auf dieselbe Art, wie in den Cerebrospinalnerven geschieht. Siehe oben p. 680. Da die Communication der Primitivfasern in dem N. sympathicus viel wahrscheinlicher als in den Cerebrospinalnerven ist, so ist auch die Wahrscheinlichkeit dafür, dass Empfindungsreizungen sich schon durch die Communication der Primitivfasern verbreiten, und dass, wenn eine gereizte Stelle durch Communication der Primitivfasern an mehreren Punkten auf das

Rückenmark wirken kann, auch dadurch die Unbestimmtheit, Verwechslung und Vervielfachung der Empfindungen erleichtert seyn muss.

*III. Die im N. sympathicus stattfindenden Empfindungseindrücke sind häufig unbewusst, und kommen gleichwohl zum Rückenmark.* Eine centripetale Wirkung eines Empfindungsnerven, zum Rückenmark gelangend, kann bewusst oder unbewusst seyn; im ersten Fall muss sie mit Lebhaftigkeit bis zum Organe der Seele fortgepflanzt werden; im zweiten Fall bleibt die Wirkung auf das Rückenmark isolirt, sie wird nicht empfunden, kann sich aber durch andere Zeichen als bis zum Rückenmark gelangt erweisen, z. B. durch reflectirte Bewegungen. Ein Theil vom Rumpfe eines gefleckten Erdsalamanders ohne Kopf zeigt uns ein Beispiel von centripetaler Empfindungserregung, ohne wirkliche Empfindung; denn wenn wir die Haut dieses Rumpfstückes berühren, erfolgt eine Krümmung des Stückes durch Zusammenziehung der Muskeln, die durch eine Reflexion vom Rückenmarke entsteht, und nicht entstehen kann, wenn in dem Rumpfstücke kein Rückenmark enthalten ist. Solche Erscheinungen von centripetalen Wirkungen in Empfindungsfasern bis zum Rückenmark ohne wahre Empfindung, aber mit Reflexion der Wirkung auf die Muskeln sind nun auch in dem gesunden Leben häufig, und gerade im N. sympathicus die gewöhnlichen. Man kann deutlich beweisen, dass solche nicht bewusste Empfindungswirkungen im N. sympathicus dennoch zum Rückenmark gelangen. Durch jeden Reiz im Mastdarm kann die Bewegung des Sphincter ani verstärkt seyn, durch unempfundene Reize im Magen entsteht gleichwohl die beim Erbrechen stattfindende Mitaffection der Athemmuskeln. Diese Action der von Cerebrospinalnerven versehenen Athemmuskeln kann im Erbrechen durch einen unbewussten Empfindungsreiz in jedem Organe des Unterleibes, durch den Darmkanal, Leber, Nieren, Uterus angeregt werden. Hier liegt der Ausgang der Wirkung im N. sympathicus. Die Reflexion geschieht motorisch nach Cerebrospinalnerven, nicht nach dem N. sympathicus. Und nun lässt sich wieder beweisen, dass das Bindeglied zwischen der centripetalen Wirkung des N. sympathicus und der motorischen in den Cerebrospinalnerven wirklich das Rückenmark, und nicht der N. sympathicus durch seine Nervenverbindungen ist. Denn der N. sympathicus verbindet sich zwar mit allen Spinalnerven, die beim Erbrechen thätig seyn können, aber diese Verbindung ist ein einfaches Anschliessen der Fasern des Ramus communicans nervi sympathici an die beiden Wurzeln des Spinalnerven; da nun die motorische Wurzel des Spinalnerven nicht einmal ein Ganglion hat, so fällt hier auch die Erklärung weg, dass die Wirkung des N. sympathicus vom Ramus communicans sich hier in einer gangliösen Masse vertheilen und alle durchgehenden Fasern der motorischen Wurzel mit afficiren könne. Die centripetale Wirkung im N. sympathicus, welche unbewusst und unempfunden eine reflectirte motorische in einem Cerebrospinalnerven hervorbringt, wirkt also offenbar

auf diese Nerven nicht durch sympathische Verbindungen, sondern durch das Bindeglied des Rückenmarks.

*IV. Bei den Reflexionsbewegungen, die von Empfindungseindrücken des N. sympathicus angeregt werden, ist der Empfindungseindruck in der Regel unbewusst, während er bei den Reflexionsbewegungen, die durch Empfindungseindrücke der Cerebrospinalnerven angeregt werden, immer bewusst ist.* In dem vorhergehenden Satze ist bewiesen worden, dass die von Empfindungseindrücken im N. sympathicus angeregten Reflexionsbewegungen durch das Rückenmark als Bindeglied der centripetalen und centrifugal-motorischen Wirkung bewirkt sind. Vergleichen wir nun das ganz verschiedene Verhalten, wenn die erste Ursache zur Reflexion in einem Theil des N. sympathicus oder in einem Cerebrospinalnerven liegt. Liegt die Ursache im N. sympathicus, so wird sie in der Regel nicht empfunden; obgleich ihre Wirkung zum Rückenmark gelangt, zeigt sie sich doch nur in der motorischen Reflexion vom Rückenmark. So ist es wenigstens in der Mehrzahl der Fälle. Bei den von dem Magen, Darmkanal, Nieren, Leber, Uterus erregten Erbrechungsbewegungen der Rumpfathemmuskeln, wird die Ursache im Magen, Darm, Nieren, Uterus, Leber sehr häufig und in der Regel nicht empfunden; d. h. die nach dem Rückenmark und Gehirn gelangende centripetale Erregung kömmt nicht zum Bewusstseyn. Bei allen Reflexionsbewegungen von Cerebrospinalnerven aus wird dagegen die erregende Reizung deutlich empfunden. Auf eine Reizung der Schleimhaut des Kehlkopfes, der Luftröhre, der Lungen entsteht durch Reflexion eine Action in vielen Spinalnerven bei den das Husten begleitenden Bewegungen der Rumpfmuskeln; aber jener Reiz in der Schleimhaut bringt eine deutliche Empfindung hervor. Bei dem Erbrechen von Kitzel im Schlunde wird dieser deutlich empfunden. Bei den krampfhaften Athembewegungen mit Action der Spinalnerven im Niesen wird die erste Ursache der Reflexion in der Nase deutlich empfunden. Bei der Verengerung der Iris von Lichtreiz wird das Licht als Licht deutlich empfunden; eben so bei dem Niesen, welches durch Lichtreiz auf das Auge entsteht.

*V. Die Ganglien des N. sympathicus hemmen nicht die Fortleitung der centripetalen Wirkungen des N. sympathicus zum Rückenmark; sie sind keine Isolatoren für diese Wirkungen.* Diess ergiebt sich aus den Thatsachen, welche in den vorherigen Sätzen angeführt worden sind; denn wenn, wie gezeigt wurde, bei den Reflexionen, wie beim Erbrechen von Reizen im N. sympathicus, eine Fortleitung zum Rückenmark, obgleich ohne Bewusstseyn, geschieht, so können die Ganglien nicht Isolatoren für diese Fortleitung seyn. Es lässt sich dieser Satz aber auch direct aus dem schon öfter angeführten Versuch beweisen, dass es mir mehrmal gelungen ist, bei einem Kaninchen, dem die Bauchwandungen ganz durchschnitten waren, durch Zerrung des N. splanchnicus mit der Nadel eine in demselben Augenblicke erfolgende Zuckung der Bauchmuskeln hervorzubringen, was wiederholt bei Kaninchen, nicht aber bei einem Hunde gelang. Daraus geht hervor, dass die am Grenzstrange des N. sympathicus befindlichen Knoten,

von welchen der N. splanchnicus entspringt, keine Isolatoren für centripetale Wirkungen im N. sympathicus nach dem Rückenmark seyn können.

*VI.* Aus den vorher angeführten Thatsachen geht aber auch hervor, *dass die Ganglien nicht die Ursache der Bewusstlosigkeit der Reizungen in dem N. sympathicus seyn können.* Nach Brachet soll zwar die Empfindung in den Ganglia thoracica und ihren Verbindungsfäden schwach seyn oder fehlen, dagegen in den Rami communicantes der Ganglia mit den Spinalnerven deutlich seyn, und die Verletzung deutliche Schmerzensempfindung hervorbringen; diess lässt sich aber vor der Hand mit den vorher zergliederten Thatsachen nicht gut vereinigen. Denn es wurde unter III. und V. bewiesen, dass die Reizungen des N. sympathicus eben so wie die der Cerebrospinalnerven, aber unbewusst, zum Rückenmark verpflanzt werden. Sollten daher die Ganglien bloss die Qualität, den Inhalt des Eindrucks bei einer centripetalen Leitung verändern, dass die Wirkung zwar fortgeleitet wird, aber das Qualitative des Schmerzes daran aufgehoben wird? Diese Fragen werden so abstract, dass man darauf nicht antworten kann. Auf das Bewusstwerden selbst können die Ganglien nicht influiren. In den Ganglien selbst kann die Ursache nicht liegen, dass bei den centripetalen Wirkungen im N. sympathicus durch die Ganglien hindurch das Bewusstseyn ausfällt; indem das Bewusste an einer Empfindungswirkung erst dadurch entsteht, dass diese Empfindungswirkung zum Organe der Seele gelangt. Es muss daher die Ursache, dass die Empfindungswirkungen des N. sympathicus, obgleich sie zum Rückenmark gelangen, doch nicht zum Bewusstseyn kommen, nicht in den Ganglien, sondern darin liegen, dass diese Wirkungen im Rückenmark selbst sich ausgleichen, und nicht bis zu der Quelle des Bewusstwerdens der Empfindungen fortgepflanzt werden. Bei den Cerebrospinalnerven gelangen die Empfindungswirkungen immer zur Quelle des Bewusstwerdens im Gehirn; wenn sie zuweilen nicht empfunden werden, so liegt die Ursache darin, dass die Seele ihre Intention auf anderes gerichtet hat.

*VII. In manchen Fällen erregen heftige Reizungen in den vom N. sympathicus versehenen Theilen, Empfindungen in diesen Theilen selbst; in anderen Fällen sind die Empfindungen von schwächeren Reizen in den afficirten Theilen undeutlich, und deutliche Empfindungen in anderen, von Cerebrospinalnerven versehenen Theilen vorhanden.* Beispiele der ersten Art zeigen uns die Entzündungen des Darmkanals, der Leber, Beispiele der zweiten Art die lebhaften juckenden Empfindungen, welche in Krankheiten des Darmkanals, wie in der Wurmsucht, an der Nase und am After, in chronischen Krankheiten der Nieren und Blase an der Eichel beobachtet worden sind, während der Sitz der Reizung oft gar nicht durch deutliche Empfindungen an dem Orte selbst sich kundgiebt. Es gehören eben so hieher die Schmerzen, die man bei Herzkrankheiten zuweilen in den oberen Extremitäten, bei Leberkrankheiten in der Schulter beobachtet hat. Diess sind Irradiationen, ganz ähnlich den früher p. 680. bei der Irradiation der Cerebrospinal-

nerven aufgeführten Erscheinungen. Es ist hier ungewiss, ob die Irradiation im N. sympathicus selbst bis zu Cerebrospinalnerven sich fortpflanzt, oder ob die Irradiation erst durch die Verbreitung der Eindrücke in dem Rückenmark und Reflexion entsteht.

*VIII. Diese secundären Empfindungen in Cerebrospinalnerven, nach Reizungen des N. sympathicus zeigen sich besonders an den Endtheilen der afficirten Apparate; so entsteht Jucken in der Nase bei Wurmreizen im Darmkanal, Afterjucken bei Wurmreizen im Dickdarm, Jucken und Schmerzen der Eichel bei Krankheiten der Nieren und Harnwege.* Man erklärt diese secundären Empfindungen in Cerebrospinalnerven gewöhnlich durch die Verbindungen des N. sympathicus mit Cerebrospinalnerven, und rechnet vorzugsweise auf die Ganglien der Empfindungswurzeln der Spinalnerven, durch welche die Primitivfasern der Wurzeln des N. sympathicus eben so gut, wie der Cerebrospinalnerven, durchgehen. Diese Erklärung lässt sich weder bestimmt erweisen, noch bestimmt widerlegen; doch verliert sie einigermassen an Wahrscheinlichkeit, wenn man bedenkt, dass diese Ganglien der Empfindungsnerven schon nicht die Mitempfindungen der Cerebrospinalnerven erklären können, indem oft Nerven in einander Mitempfindung erregen, die in keiner Verbindung stehen und selbst der Ganglien entbehren, wie z. B. die Mitempfindung des Kitzels in der Nase vom Sehen in die Sonne von keiner Nervenverbindung erklärt werden kann. Denn wenn auch Zweige des N. sympathicus vom Ganglion sphenopalatinum zum Ganglion ciliare, und Zweigelchen vom sympathischen Nerven an den Gefässen der Retina beobachtet worden sind, wie sie eigentlich an allen Gefässen vorkommen, so kennt man doch keine bestätigte Verbindung des N. opticus und den N. nasales selbst. Eben so wenig lässt sich die Veränderung des Sehens, des Hörens bei Krankheiten der Unterleibsorgane durch eine solche Verbindung erklären, da sie hier eben so wenig existirt. Man denke sich, dass der N. sympathicus wirklich einige Zweigelchen in die Retina selbst schicke, so liesse sich selbst daraus nicht einmal die Verbreitung einer Affection vom Darmkanal bis zur Retina mit Veränderung des Sehens erklären. Denn dazu müssten alle Fasern des Sehnerven durch eine gangliöse Masse durchgehen. Wir wissen aber, dass eine Reizung eines einzelnen Punktes in der Retina beschränkt bleibt; die Verbindung des N. sympathicus mit der Retina in einem einzigen Punkte würde also auch bloss möglicherweise eine Mitempfindung in diesem einzigen Punkte, und nicht eine allgemeine Veränderung des Sehens hervorbringen können. Wir stossen daher bei der Erklärung der secundären Empfindungen von dem N. sympathicus auf dieselben Schwierigkeiten, wie bei der Erklärung der Irradiation bei den Cerebrospinalnerven, und es wäre wohl möglich, dass alle Mitempfindungen in Cerebrospinalnerven, die vom N. sympathicus angeregt werden, auch erst durch Vermittelung des Rückenmarkes und Gehirnes entstehen. Dagegen scheint zwar auf den ersten Blick zu sprechen, dass in den vom N. sympathicus versehenen Theilen, da wo die Reizung ist, oft gar nichts, aber wohl

in einem Rückenmarksnerven etwas empfunden wird; allein die centripetale Erregung in dem N. sympathicus kann sehr wohl zum Rückenmark gelangen, ohne dass sie als solche zum Bewusstseyn kömmt, und doch vom Rückenmark weiter Wirkungen hervorbringen, z. B. bewusste Empfindungen in andern Nerven erregen. Dass diess möglich ist, ist unter III. bewiesen worden.

Man sieht aus allem diesem, dass die Theorie dieser reflectirten Empfindungen vom N. sympathicus aus noch ganz im Dunkel und wenigstens noch sehr zweifelhaft ist.

### 3. Von den organischen Wirkungen des Nervus sympathicus.

Die Gesetze dieser Wirkungen sind uns am meisten unbekannt. Wir wissen nicht einmal mit Bestimmtheit, ob alle organischen Nervenwirkungen vom N. sympathicus herrühren, und ob auch die Absonderungen derjenigen Theile, welche mit Cerebrospinalnerven versehen sind, nur von organischen Nerven, welche die Gefässe begleiten, oder auch von den Cerebrospinalnerven selbst regulirt werden können. Indessen ist es freilich wahrscheinlicher, dass diese vegetativen Veränderungen überall von organischen Nerven abhängig sind, und wenn die Durchschneidung der Spinalnerven zuweilen auf die Ernährung der Theile einigen, obgleich geringen, Einfluss hat, so kann diess eben sowohl von der Durchschneidung der ihnen eingewebten organischen Fasern herrühren. Da diess sich indess nicht mit Sicherheit entscheiden lässt, so ist nicht möglich, nur einige Grundzüge von der Mechanik der organischen Wirkungen zu entwerfen. Bei einem Versuche dazu kann man hypothetisch die in den Cerebrospinalnerven wirksamen organischen Fasern für eigenthümlich halten; und es frägt sich, vorausgesetzt, dass alle organischen Wirkungen im ganzen menschlichen Körper von eigenthümlichen organischen Nervenfasern abhängen: welche sind die Gesetze dieser Wirkungen? Ist eine Bewegung oder Oscillation des Nervenfluidums in diesen Nerven nur in der Richtung von den Stämmen und Ganglien nach den Aesten (centrifugale Wirkung), oder auch umgekehrt möglich, oder wirkt das Nervenprincip in diesen Nerven nach allen Richtungen, so dass eine Nervenfaser eben so gut den belebenden Einfluss nach einer Drüse hin ausströmen kann, als eine reflectirende Wirkung nach anderen organischen Nerven von einer gereizten Drüse aus ausüben kann? Stehen die organischen Nerven durch ihre Communicationen so in Wechselwirkung, dass man von einer Stelle aus die Absonderung einer ganzen Fläche vermehren kann; oder ist bei allen solchen Reflexionen das Rückenmark als aufnehmendes und ausschickendes Bindeglied thätig? Die Thatsachen lassen sich auf beide Arten erklären; und es lässt sich jetzt nicht mit Gewissheit bestimmen, welche Erklärung die richtige ist. Doch giebt es gewisse Fälle, in welchen die eine oder die andere Art der Wirkung wahrscheinlicher ist.

*I. Wenn nach Empfindungen durch Reflexion Absonderungen in entfernten Theilen erfolgen, ist wahrscheinlich das Gehirn und Rük-*

*kenmark das Bindeglied.* Die Empfindungsreizung könnte entweder von den Ganglien der Wurzeln der Empfindungsnerven, durch welche auch Fasern des N. sympathicus durchgehen, ohne zum Rückenmark zu kommen, zu den organischen Fasern gelangen, oder vom Rückenmark aus auf diese reflectirt werden. Das letztere ist offenbar das wahrscheinlichere, da die Reflexion durch das Rückenmark in den motorischen Reflexionen eine Thatsache, die Mittheilung der Wirkungen der Fasern in den Ganglien der Empfindungsnerven eine unerwiesene Hypothese ist. Die Thatsachen, welche hieher gehören, sind sehr häufig. Nach Einwirkungen auf die inneren Schleimhäute, z. B. nach Getränken, bricht oft sogleich ein allgemeiner Schweiss aus. Nach heftigen Empfindungen entsteht zuweilen mit Zufällen der Ohnmacht ein kalter Schweiss. Bei den letzteren Erscheinungen ist die Reflexion durch das Rückenmark ganz offenbar, da die Erscheinungen bei der Ohnmacht eine Breite haben können, dass sie nur durch das Rückenmark erklärt werden. Zweifelhafter ist diese Erklärung bei einigen andern Phänomenen dieser Art. Nach einer mit Empfindungen verbundenen Reizung der Conjunctiva oculi et palpebrarum entsteht ein Thränenfluss; nach heftigen Empfindungen in der Schleimhaut der Nase durch fixe Reizmittel, die auf die Schleimhaut der Nase, oder flüchtige, die in den Mund gebracht werden, entsteht ebenfalls Thränenfluss. Senf und Meerrettig erregen zuweilen schon vom Munde aus diese Erscheinung. Man pflegt diese Erscheinungen so zu erklären, dass man die Empfindungsreizung von dem N. ethmoidalis auf den Stamm des ersten Astes vom N. trigeminus, und von dort aus wieder auf den N. lacrymalis reflectiren lässt; so erklärt man auch den Thränenfluss von Reizung der Conjunctiva, indem man die Empfindungsreizung der Conjunctiva auf den Stamm des ersten Astes, und dort wieder auf den Ramus lacrymalis sich reflectiren lässt. Indessen ist diese Erklärung für beide Fälle fehlerhaft. Denn ein Cerebrospinalnerve kann, da keine Communication der Primitivfasern in ihm stattfindet, auch keine Empfindungsreizung eines Theiles seiner Fasern auf andere reflectiren. Andere erklären jene Erscheinungen von Sympathie der Nasenschleimhaut mit der Thränendrüse durch das Ganglion sphenopalatinum, welches nach Einigen durch sympathische Fäden mit dem Ciliarknoten verbunden seyn soll. Da nun dieser durch die lange Wurzel des Ganglion ciliare mit dem N. nasalis, und also mit dem Stamme des ersten Astes, der den N. lacrymalis abgiebt, verbunden ist, so sey der N. lacrymalis mit dem Ganglion sphenopalatinum in unmittelbarem Zusammenhang. Gegen diese Erklärung lässt sich dasselbe einwenden, wie gegen die vorige, indem eine Reizung, die zum Ganglion ciliare auf den N. nasalis bis in den Stamm des ersten Astes des N. trigeminus gelangt, ohne Communication der Fasern nicht auf den Ramus lacrymalis reflectirt werden kann. Andere endlich lassen die Empfindungsreizung von der Nase auf das Ganglion Gasseri am Stamme des N. trigeminus, und von dort auf den ersten Ast des N. trigeminus und den Ramus lacrymalis reflectiren. Gegen diese Erklärung

liesse sich nichts einwenden, wenn man wüsste, dass das Ganglion Gasseri, als Ganglion eines Empfindungsnerven, Ursache einer Sympathie und Reflexion seyn könnte, wenn es bewiesen wäre, dass in einem Empfindungsnerven, wie der N. lacrymalis, centrifugale Strömungen stattfinden könnten, und wenn es erwiesen wäre, dass der N. lacrymalis wirklich der Thränendrüse Fasern abgäbe, welche der Absonderung vorstehen. Da die Absonderung der Thränen, wie überall, wahrscheinlich von bloss organischen Fasern des N. sympathicus bestimmt wird, so würde immer die Erklärung noch am einfachsten seyn, welche die Empfindungsreizung von der Nase auf das Ganglion sphenopalatinum, und bei dem Zusammenhange aller organischen Nerven auf irgend einem Wege auf die Thränendrüse durch organische Fasern reflectiren lässt. Ob diese Art von Reflexion von Empfindungsnerven auf organische unmittelbar ohne Mitwirkung des Gehirns und Rückenmarkes möglich ist, ist aber gerade der Gegenstand der Frage, und ich weiss keine andern Gründe, als die Möglichkeit einer solchen Erklärung, und die Unmöglichkeit, sie geradezu zu widerlegen, für diese Annahme. Eine sehr häufige Reflexion von Empfindungsreizung auf Absonderung ist auch die oft schnell vermehrte Absonderung des Speichels bei der Aufnahme der Speisen in den Mund. Es ist hier eben so ungewiss, wie man eine solche Reflexion erklären soll. Die Erklärung dieser Reflexionen durch Mitwirkung des Gehirns und Rückenmarkes als Vermittler der sensoriellen und vegetativen Wirkung hat wenigstens die Analogie ähnlicher Reflexionen von sensoriellen Wirkungen auf motorische, durch Vermittelung des Gehirns und Rückenmarkes, für sich. Einige, welche in ihren Ansichten von den Ganglien so weit zu gehen scheinen, dass nach ihren Vorstellungen das Ganglion sphenopalatinum am zweiten Ast des Nerv. trigeminus fast bloss für solche Sympathien gemacht zu seyn scheinen sollte, sollten doch bedenken, dass das Ganglion sphenopalatinum viel wichtigere Functionen erfüllt, indem es, wie man am besten beim Ochsen und Pferde sieht, eine Menge von organischen Fasern zu der Schleimhaut der Nase sendet, welche dort gewiss der Absonderung vorstehen.

*II. Die verschiedenen Theile einer absondernden Haut stehen unter einander in Consensus; so dass der Zustand einer Stelle auf die Beschaffenheit der ganzen Ausbreitung einer Schleimhaut Einfluss hat. Es ist in diesen Fällen einfacher, die Erscheinungen durch Communication der organischen Fasern zu erklären.* Schon die tägliche Erfahrung, dass es allgemeine Affectionen einer Schleimhaut, einer serösen Haut giebt, zeigt uns eine Sympathie in der Ausbreitung der Membranen, welche wohl durch Communication organischer Fasern erklärt werden könnte. Hier ist diese Erklärung wahrscheinlicher; aber auch sie lässt sich nicht direct beweisen.

*III. Zuweilen wirkt der vegetative Zustand eines Organes, die Entzündung, die Absonderung desselben auf die Hervorrufung von Entzündung, Absonderung in anderen Theilen. In diesem Falle haben wir ein Beispiel der Reflexion von organischen Fasern eines Theiles*

*auf organische Fasern eines andern, ohne Mitwirkung der Cerebrospinalnerven.* Eine Entzündung des Hodens kann sich auf die Parotis, eine rothlaufartige Entzündung der Haut auf die Hirnhäute versetzen; die Unterdrückung einer Absonderung kann eine andere in einem andern Theil verstärken. Wahrscheinlich sind alle diese Erscheinungen von Veränderungen in den die Blutgefässe begleitenden organischen, zum N. sympathicus gehörigen Fasern verbunden. Hier frägt sich nun wieder, ob solche Reflexionen bloss durch Veränderung der Statik des N. sympathicus stattfinden, oder ob das Gehirn und Rückenmark wieder zwischen einer centripetalen und centrifugalen Wirkung den Ausschlag giebt. Wir haben noch keine Thatsachen, diese Frage zu entscheiden, indess ist das erste in mehreren Fällen wahrscheinlicher. In Mayer's Versuchen (vrgl. oben p. 648.) entstand zuweilen nach Unterbindung des N. sympathicus am Halse, also des Verbindungstheiles zwischen dem ersten und zweiten Halsknoten, eine Affection von Theilen, die erst wieder von dem ersten Halsknoten influencirt scheinen, nämlich des Auges, Augenentzündung. Das eigenthümliche Verhalten der organischen Nerven, dass man weder Anfang noch Ende leicht unterscheiden kann, dass sie sich nicht wie Stamm und Aeste zu einander verhalten, sondern auf ihren Wegen sich vermehren können, spricht allerdings für die Möglichkeit einer allseitigen Wirkung in diesen Nerven, so dass sie keiner centripetalen und centrifugalen Strömung allein, sondern einer nach allen Richtungen ausgehenden Vertheilung ihrer Wirkungen von den Centralpunkten der Ganglien fähig sind; für diese Ansicht spricht auch der Umstand, dass ein Weg, einen Theil mit organischen Nerven zu versehen, durch einen andern ersetzt werden kann. Nach der Unterbindung eines Arterienstammes werden die Nerven der Arterien ohne Zweifel mit verletzt; dennoch erfolgt kein Absterben, keine Atrophie, kein Aufhören der Absonderung, so dass es scheint, dass die Gefässnerven der Collateralgefässe diesen Einfluss ersetzen können, oder dass organische Fasern in den Spinalnerven diesen Mangel ersetzen. Auf der andern Seite kann wieder der Einfluss der Spinalnerven aufhören, ohne dass Atrophie erfolgt. Es gehört auch hieher, dass nach Durchschneidung des N. sympathicus auf beiden Seiten in v. Pommer's Versuchen gar keine merkliche nachtheilige Wirkung eintritt, so dass vielleicht andere Wege, wie der die Arteriae vertebrales begleitenden Fäden, jene Theile des Nervus sympathicus ersetzt haben. Jedenfalls entsteht eine Versetzung eines pathologischen Processes immer dahin, wo die Disposition zu dem Sitz desselben ist, bei dem Lungenkranken von der Haut nach den Lungen, bei dem Leberkranken von der Haut nach der Leber, bei dem Menschen mit reizbarem Darmkanal nach diesem u. s. w. Bei der Statik der Absonderungen kömmt übrigens nicht bloss das Nervensystem, sondern die Natur der verschiedenen Absonderungsmaterien und ihr Verhältniss zu den Bestandtheilen des Blutes und zu einander in Betracht. Unter diesem letzten Gesichtspunkte ist die Statik der Absonderungen indess schon oben p. 454. betrachtet worden.

*IV. Die Ganglien scheinen die Centraltheile zu seyn, von welchen der vegetative Einfluss auf die verschiedenen Theile ausströmt.* Nach Verletzung des obersten Halsknotens hat man eine Augenentzündung, ja selbst allgemeine Erscheinungen der veränderten Ernährung beobachtet.

*V. Dieser ausstrahlende Einfluss der Ganglien scheint eine gewisse Unabhängigkeit von dem Gehirn und Rückenmark zu behaupten,* insofern die Ausbildung des Embryo mit Zerstörung des Gehirns und Rückenmarkes möglich ist. Siehe oben p. 187. Vergl. Mueller's *Archiv für Anatomie und Physiologie* 1834. p. 268.

*VI. Indessen scheint doch auch das Gehirn und Rückenmark die Hauptquelle zu seyn, wodurch auch das organische Nervensystem sich allmählig integrirt, indem gewisse Gehirn- und Rückenmarkslähmungen auch mit Atrophie verbunden sind.* Vergl. die Bemerkungen über den Schlaf oben p. 715.

Indem wir die Untersuchungen über den N. sympathicus schliessen, müssen wir bedauern, wie vieles noch hier dunkel ist; indessen glauben wir gezeigt zu haben, wie man in den Untersuchungen über diesen Nerven verfahren müsse, und manches wurde durch Anwendung der Mechanik der Cerebrospinalnerven auf den N. sympathicus klar, dessen Eigenschaften Herrn Magendie so unbekannt schienen, dass er Anstand nahm, ihn für einen Nerven zu halten.

## *VI. Capitel.* Von den Sympathien.

In den vorhergehenden Capiteln sind so viele Formen sympathischer Erscheinungen durch die Mechanik und Statik der Nerven, ohne Antheil des N. sympathicus erklärt worden, dass dieser Nerve nunmehr noch eine geringe Rolle in der Erklärung der Sympathien spielt. Die Phänomene der Irradiation, der Coincidenz der Empfindungen, der Mitbewegungen, der Reflexion geschehen nicht durch den N. sympathicus, und umfassen den bei weitem grössten Theil der sympathischen Erscheinungen, welche man ehemals durch diesen Nerven verrichten liess. An der Wahrheit dieser letzteren Erklärungen haben schon viele namhafte Forscher gezweifelt; denn die alltäglichen sympathischen Erscheinungen zwischen allen Theilen, gerade die Erscheinungen des gesunden Consensus zwischen Uterus und Brüsten, so wie mehrere der merkwürdigsten pathologischen Sympathien, waren niemals durch den N. sympathicus erklärbar. Nur in einigen pathologischen Sympathien zwischen den Sinnesorganen und dem N. sympathicus hat man diesen Nerven in der neuern Zeit wieder scheinbar mit mehr Erfolg zur Erklärung der Sympathien angewandt, wozu die trefflichen Untersuchungen von Tiedemann, Hirzel, Arnold viel beigetragen haben. Indessen werden diese Versuche durch die feinere Anatomie der Nerven wieder schwankend, indem diese uns lehrt, dass wenn auch der N. sympathicus sich mit Gehirn- und Rückenmarksnerven verbindet, diess noch durchaus kein Beweis für einen physiologischen Zusammenhang der peri-

pherischen Theile beider Nerven ist. Denn überall, wo an solchen Verbindungen des N. sympathicus und der Gehirn- und Rückenmarksnerven keine Ganglien des Sympathicus liegen, durch welche alle Fasern des Cerebrospinalnerven durchgehen, fällt die Erklärung eines physiologischen Zusammenhanges weg; ausserdem, dass er schon bei solchen Verbindungen mit Ganglien hypothetisch ist, und die Ganglien auch Apparate zur Einmischung organischer Fasern in die Cerebral- und Spinalnerven seyn können. Da aber ferner, wo der N. sympathicus mit motorischen Wurzeln der Spinalnerven zusammenhängt, gar keine Ganglien vorkommen, sondern diese Verbindungen eben nichts anders, als ein blosses Anschliessen von Primitivfasern sind, so ist das Bereich des N. sympathicus in allen Nervensympathien mit Bewegungen anatomisch noch mehr geschmälert. Die positive Kenntniss der Erscheinungen der Irradiation, Coincidenz, Mitbewegung und Reflexion, und die grosse Wahrscheinlichkeit, dass diese Phänomene in den Cerebrospinalnerven ganz, und in den sympathischen Nerven wenigstens zum Theil durch Mitwirkung des Gehirns und Rückenmarkes erfolgen, hat das Wirkungsfeld des N. sympathicus in den Sympathien noch viel mehr geschmälert, und ihm durch Aufstellung einer, für jetzt schon ziemlich exacten Statik der Nerven, den bei weitem grössten Theil der Sympathien ganz entzogen. In dieser Wendung zeigt sich etwas Aehnliches, wie in der Pathologie der Fieber; deren Zahl um so grösser war, je weniger man die Krankheiten, welche die Fiebersymptome erzeugen, kannte, und welche in der neuern Pathologie als Krankheiten eine beschränkte und sehr zweifelhafte Rolle spielen.

Nachdem wir in den vorhergehenden Capiteln schon die Gesetze für die Erklärung eines grossen Theiles der Sympathien kennen gelernt haben, werden wir uns jetzt kurz fassen, und die Sympathien mehr unter allgemeinen physiologischen Gesichtspunkten auffassen.

Die sympathischen Verhältnisse der verschiedenen Theile des Organismus lassen sich unter folgende Gesichtspunkte bringen.

### I. Sympathien der verschiedenen Theile eines Gewebes unter sich.

Diess ist eine der häufigsten Arten des Consensus. Die verschiedenen Ausbreitungen der Schleimhäute theilen sich ihre Zustände mit; die serösen Häute, die fibrösen Häute u. s. w. sind in demselben Falle. Bei der consensuellen Erregung verschiedener Theile eines Gewebes ist die consensuelle Affection mit der ursprünglichen in der Regel eins. Die Entzündung pflanzt sich fort, die Schmerzen dehnen sich im Umfange des Gewebes aus; die veränderte Absonderung ergreift in derselben Art die naheliegenden Theile des ursprünglich afficirten Gewebes.

a. *Zellgewebe.*

Schon das Zellgewebe besitzt eine grosse Neigung zur Mittheilung seiner Zustände über seine Verlängerungen hin. Die

Krankheiten desselben, das Emphysem, das Oedem, die Zellgewebeverhärtung, die Fettsucht, die Entzündung und Vereiterung des Zellgewebes, liefern Beispiele davon. Diese Krankheiten schreiten oft über ganze Strecken des Zellgewebes zwischen den Muskeln, Gefässen, aponeurotischen Ausbreitungen hin, indem sie bloss das interstitiäre Zellgewebe verfolgen. Deswegen wird auch die Kenntniss der natürlichen Grenzen der Zellgewebeausbreitungen, nämlich der Fascien, für die Würdigung der Zellgewebeeiterungen so wichtig.

b. *Aeussere Haut.*

So offenbar der lebhafte Verkehr der äussern Haut mit inneren Theilen ist, so zeigt uns doch dieselbe keine sehr lebhafte Wechselwirkung ihrer Zustände in verschiedenen Theilen ihres Verlaufs. Eine reine Hautentzündung kann beschränkt seyn. Indessen besitzt sie als Ausscheidungsorgan für gewisse Stoffe auch eine gewisse Affinität gegen in den Säften circulirende fehlerhafte Materien; wodurch ihr allein eigenthümliche Krankheiten, acute und chronische exanthematische Hautenzündungen, sich in ihr in einer flächenhaften Ausbreitung ausbilden. Viel häufiger sind indess die Sympathien der äussern Haut mit den inneren Theilen, für welche sie die gemeinsame Grenze nach aussen hin bildet; wovon die Beispiele später angeführt werden.

c. *Schleimhäute.*

Die Schleimhäute haben eine grosse Neigung, ihre Zustände einander nach dem Verlaufe der Membranen mitzutheilen. Der Catarrh der Lungenschleimhaut zieht leicht dieselbe Affection in der Nasenschleimhaut in Folge. Der Catarrh der letztern afficirt die Schleimhaut der Thränenwege und die Conjunctiva. Im Stadium irritationis des Schnupfens ist das Auge wie die Nasenschleimhaut röther und trockner; im zweiten Stadium werden beiderlei Theile feucht. Auch die Schleimhaut der eustachischen Trompete und Trommelhöhle kann im Catarrh afficirt seyn, was sich durch das nicht selten begleitende Symptom catarrhalischer Affectionen, Schwerhörigkeit und Ohrenbrausen, äussert. Im Catarrh der Nasenschleimhaut ist auch die Schleimhaut der Stirnhöhlen, wahrscheinlich auch der anderen Nebenhöhlen der Nase afficirt; man empfindet einen dumpfen Druck in der Gegend der Stirn. In einem gleichen engen Zusammenhange stehen die verschiedenen Theile des Schleimhautsystems des Tractus intestinalis. Der Zustand des Magens wirkt auf den des ganzen Darmkanals, und verändert seine Secretionen. Die Schleimhaut des Mundes wird der Ausdruck des Zustandes der Schleimhaut des Magens und Darmkanals. Aus einer trocknen Zunge schliessen wir mit Recht auf einen ähnlichen Zustand in der Schleimhaut der Speiseröhre und des Magens, aus der Röthe derselben, aus dem Beleg auf gleiche Zustände innerhalb des Magens und Darmkanals. So stehen wieder die Schleimhäute der Genitalien und Harnwerkzeuge im sympathischen Zusammenhange. Die häufige Irritation der Geschlechtstheile bewirkt leicht einen chronisch-inflammatorischen Zustand der Harnblase, der Nieren und Phthisis vesicalis, Phthisis renalis, so wie sich zur Phthisis laryn-

gea und trachealis später Phthisis pulmonalis gesellt. Aber nicht bloss die anatomisch zusammenhängenden Schleimhäute, sondern selbst die ganz getrennten haben eine ähnliche, obgleich geringere Tendenz zur Mittheilung ihrer Zustände. Man kann deshalb eine vermehrte Absonderung in einer Schleimhaut nicht durch eine vermehrte Absonderung in einer andern, oder durch Antogonismus heilen. Man kann eine Blennorhoe der Genitalien nicht durch künstliche Diarrhoe heilen. Zuweilen sehen wir die Schleimhaut der Athemorgane im Consensus mit derjenigen des Magens; es ist bekannt, dass manche Zustände des Magens eine Reizung auch in den Athemwerkzeugen unterhalten, Tussis gastrica. Am Ende des Phthisis pulmonalis entsteht auch ein inflammatorischer Zustand in der Muscosa des Darmkanals, wie die Darmgeschwüre der Phthisiker zeigen. Endlich zeigen uns die colliquativen Blennorhoeen der Schleimhäute ein Beispiel eines gleichen Zustandes im ganzen Schleimhautsystem, der von einem einzelnen Theile desselben ausgehen kann; wie z. B. sowohl in den Lungen als im Darmkanal, oder in den Genitalien die erste Ursache einer allmähligen Veränderung aller Schleimhäute liegen kann.

d. *Seröse Häute.*

Bei einer primären Affection einer serösen Haut werden in der Folge oft alle anderen serösen Häute in dieselbe Affection gezogen. Zum Hydrops ascites gesellt sich in der Folge Hydrothorax; doch gehören nicht alle Fälle von Wassersucht in verschiedenen Theilen hieher. Die Wassersucht entsteht oft durch eine Entmischung des Blutes gleichzeitig in mehreren Theilen, oder auch, wenn die Circulation in einem wichtigen Organe unterbrochen ist. In diesen Fällen geht also die Sympathie nicht so sehr von den serösen Häuten selbst aus, als von der Verbreitung der Ursache.

Eine reine Sympathie der serösen Häute ist aber, wenn in Folge einer primären Entzündung einer serösen Haut auch die anderen serösen Häute sich entzünden. So folgt zuweilen der Entzündung des Bauchfelles Entzündung der Pleura, Entzündung der Arachnoidea, und diese letzte in dem wichtigsten Organe ist vielleicht die Ursache des Todes.

e. *Fibröses System.*

Die fibrösen Häute stehen unter einander in einer solchen engen Verbindung, dass eine örtliche Verletzung derselben sehr häufig bedeutende ausgebreitete Zufälle nach sich zieht.

Zu den fibrösen Häuten gehören die Beinhaut, die Dura mater, die Sclerotica, Albuginea des Hodens, äussere Haut der Milz, die Sehnen, Bänder und sehnigen Muskelscheiden. Eine örtliche rheumatische Affection setzt sich leicht über alle fibröse Verbindungen fort, wechselt ihren Ort, indem sie aber immer gern die natürlichen Verbindungen der fibrösen Häute verfolgt. Die Verletzung der Bänder, Aponeurosen, des fibrösen Bändergewebes an Fuss und Hand ist oft mit ausgebreiteten Zufällen verbunden; die Entzündung, die Anschwellung, die Schmerzen setzen sich nämlich von der ursprünglichen Stelle der Reizung zuweilen

über die Muskelscheiden, ja über die Beinhaut der Knochen fort. Die gichtische Entzündung des Auges, welche, wie die Gicht überhaupt, das fibröse Gewebe liebt, so in dem Auge ihren Sitz in der Sclerotica hat, ist mit ihrem Schmerz nicht auf das Auge fixirt, sie zeichnet sich vor allen anderen Augenentzündungen dadurch aus, dass die ganze Seite des Gesichtes, im Verfolg der Beinhaut, die Scheide des Schläfenmuskels, die Galea aponeurotica von den lebhaftesten Schmerzen ergriffen sind.

Die innere und äussere fibröse Haut des Cranium, nämlich die Dura mater des Gehirns, die Beinhaut des Schädels und die Galea aponeurotica stehen in Consensus, und wieder mit der Sclerotica. Affectionen der Dura mater erregen Affectionen der Sclerotica; Affectionen der Galea aponeurotica und Beinhaut können sich auf die Dura mater versetzen. Umgekehrt, ist die Dura mater örtlich entzündet, so ist es auch zuweilen die Beinhaut äusserlich.

Dass bei den Sympathien des fibrösen Systemes auch die Nerven im Spiele sind, lässt sich theils aus dem Vorhandenseyn organischer, die Gefässe begleitender Nerven in allen gefässhaltigen Theilen schliessen; aus Arnold's Entdeckung kennen wir aber auch geradezu die Existenz von Nervenzweigen in einer fibrösen Haut, in der Dura mater, welche, wie mein verehrter College Schlemm bestätigt gefunden hat, Zweige vom ersten Ast des N. trigeminus erhält.

f. *Knochengewebe und Knorpelgewebe.*

Sympathien des Knochengewebes unter sich sind selten. Wohl ist in manchen Krankheiten, wie in der Rhachitis und im zweiten Stadium der Venerie, das ganze Knochengewebe überall afficirt, aber diese Bildungskrankheiten kann man weniger unter die Sympathien rechnen; die Reizung ist hier allgemein mit fehlerhafter Bildung der Knochenmaterie. Indessen giebt es doch auch deutliche Beispiele von reiner Sympathie des Knochengewebes. Wenn nämlich eine Krankheitsursache auf die Oberfläche eines Röhrenknochens wirkt, so wird in der darauf folgenden Entzündung nicht leicht die blosse Oberfläche, sondern die ganze Dicke des Knochens bis zur Markhöhle afficirt; in der ganzen Dicke verändert sich das Knochengewebe; und eben so folgt nach Zerstörung des Markes eines Röhrenknochens auch wieder Entzündung und Aufschwellung, sowohl innen als aussen bis zur äussern Oberfläche. Ueberhaupt ist das, was man Exostosen nennt, in der grössten Mehrzahl der Fälle keine Krankheit der Oberfläche des Knochens, sondern der ganzen Dicke des Knochens, wie ich mich durch Durchschneidung vieler Exostosen überzeugt habe. Daher entspricht einer äussern Exostose an einem Röhrenknochen in der Regel eine innere Exostose gegen die Markhöhle. (Man sieht, gelegentlich gesagt, hieraus allein schon deutlich, wie wenig richtig es ist, wenn man der Beinhaut einen wesentlichen Antheil an der Bildung der Exostosen zuschreibt.)

Von den Knochen kennen wir bis jetzt keine Nerven, dürfen

jedoch die Existenz von Gefässnerven in ihnen so gut, wie in allen gefässhaltigen Theilen voraussetzen.

g. *Muskelgewebe.*

Man hat dem Muskelgewebe die Fähigkeit, sympathisch erregt zu werden, in hohem Grade zugesprochen. Man hat angeführt, dass die Reizung, welche die Contraction eines Muskels zur Folge habe, häufig von einer Menge sympathischer Convulsionen anderer Muskeln begleitet sey. Allein diese Sympathien beruhen nicht in dem Gewebe selbst, sondern in der Sympathie der Bewegungsnerven; der Muskel, dessen Bewegungsnerve von dem übrigen Nervensystem getrennt ist, ist zwar selbst noch erregbar auf einen äusseren Reiz, er pflanzt diesen aber nie fort auf andere Theile desselben Gewebes, es entstehen keine sympathische Convulsionen.

Die sympathischen Krämpfe des Muskelsystems sind daher nicht eigentlich Sympathien des Gewebes unter sich, sondern Sympathien der Nerven. Die übrigen wenigen Krankheiten, welche noch in den Muskeln vorkommen, wie die Entzündung und Eiterung sind auch immer beschränkt, sie verbreiten sich nicht wie in den anderen Geweben, sie sind auf die örtlichen Stellen der Reizung beschränkt. Ausser den sehr seltenen Muskelentzündungen, den Degenerationen und dem Krampfe kennt man aber fast gar keine Krankheit der Muskeln weiter. Alles diess überzeugt uns, dass das Muskelgewebe keiner lebhaften Sympathie in sich und mit anderen Theilen unterworfen sey.

h. *Lymphatisches System.*

Zu dem lymphatischen System gehören die Lymphgefässe und die Lymphdrüsen.

Krankheiten des lymphatischen Systems sind sehr selten örtlich; wenn sie ursprünglich entstehen und nicht sympathische Krankheiten anderer Organe sind, befallen sie in der Regel das ganze System unter der Form einer *Dyskrasie*, ja gewisse Krankheiten sind auf das Gewebe des lymphatischen Systems fast beschränkt, wie z. B. die Scrofeln. Geht aber die Reizung von einer örtlichen Stelle des Lymphsystems aus, so verbreitet sie sich schnell sympathisch über grosse Strecken. Ist eine Lymphdrüse primär durch äussere Reizung in Entzündung gesetzt, so werden bald die umliegenden Drüsen ergriffen, sie schwellen an, wenn sie auch selbst nicht in Entzündung gerathen. Manche primäre Reizungen des Lymphsystems gehen von Giften aus, die von den Lymphgefässen aufgenommen worden. Wird an einer Stelle Quecksilber eingerieben, so entsteht oft eine ausgebreitete Reizung des lymphatischen Systems, und die Lymphdrüsen der verschiedenen Stellen des Körpers können gleichzeitig in Affection gezogen werden. Die Entzündung der Lymphgefässe, die von einer örtlich giftigen Einwirkung ausgeht, verbreitet sich schnell über alle Verzweigungen in einem Gliede, und in einem solchen Falle ist die Haut überall nach dem Verlaufe der Lymphgefässe von rothen Streifen durchzogen.

Eben so häufig sind die Sympathien der Lymphgefässe mit den Lymphdrüsen. Eines der gewöhnlichsten Phänomene in den

Bildungskrankheiten der grossen Eingeweide ist die Anschwellung der Lymphdrüsen in der Umgegend.

So schwellen die Lymphdrüsen des Halses an bei organischen Krankheiten der Organe des Halses, der Glandula thyreoidea; bei den Bildungskrankheiten der Brüste, namentlich beim Krebs der Weiberbrust, die Axillardrüsen; die Lymphdrüsen des Unterleibes bei den organischen Krankheiten des Magens, des Darmkanals überhaupt, die Lymphdrüsen, welche die Gallengänge begleiten, bei den organischen Krankheiten der Leber, die Inguinaldrüsen in den organischen Krankheiten der Hoden, der Urethra, der Prostata.

Eben so häufig sind die sympathischen Anschwellungen der Lymphdrüsen bei entzündlichen Affectionen, wie nach Stichwunden, Zerreissungen, Zerquetschungen. Nach der Anwendung eines Blasenpflasters, welches Entzündung der Haut setzt, schwellen oft die Lymphdrüsen an, eben so beim Blutschwären, beim Wurm am Finger. In dem letzten Falle sind sogar oft die Lymphgefässe des ganzen Armes bis zu den Achseldrüsen im Zustande der Reizung. Bei der Entzündung der Harnröhre im Tripper, in den entzündlichen Krankheiten der Hoden schwellen oft die Inguinaldrüsen als sogenannte Bubonen, bei entzündlicher Affection der Mamma die Axillardrüsen, bei entzündlicher Affection der Parotis die Halsdrüsen an.

Diese sympathischen Anschwellungen unterscheiden sich von der ursprünglichen Affection meist dadurch, dass sie verschwinden, sobald die Krankheit des primär afficirten Organs aufhört, dass sie chronisch sind bei einer chronischen Krankheit, acut bei einer acuten, und endlich, dass in der sympathischen Affection sich das Gewebe ausser der Anschwellung von dem natürlichen Zustande in der Regel nicht entfernt.

Im Allgemeinen kann man sagen, dass man von jeder Stelle der Körperfläche, die mit Lymphgefässen durchzogen ist, eine weit verbreitete lymphatische Irritation erregen kann. Diese Irritation kann sowohl durch eine materielle Einimpfung eines Krankheitsstoffes, als nach einer Verletzung erfolgen, wobei keine Materie aufgenommen und verbreitet wird, wie nach mechanischer Verletzung oder nach Verbrennung. Man sieht also daraus, dass zu dieser Sympathie die materielle Verbreitung eines Krankheitsstoffes in den Lymphgefässen wenigstens nicht nöthig ist. Die lymphatische Irritation kann, wie von Verletzung der äussern Körperoberfläche, eben so leicht von ursprünglicher Reizung der innern Körperoberfläche erfolgen. Und wir haben hier eine ganz parallele Reihe von Erscheinungen. So wie nach Entzündung der Haut durch Verbrennung eine lymphatische Irritation der Umgegend bis zu den nächsten Lymphdrüsen entsteht, eben so erfolgt auf Entzündung der Mucosa des Darmkanals, wenn sie einigermaassen andauert, eine Irritation der Lymphgefässe und Lymphdrüsen des Mesenteriums, und gerade diejenigen Lymphdrüsen und Lymphgefässe entzünden sich und schwellen an, welche den entzündeten Stellen des Darmkanals entsprechen,

wie wir ein so deutliches Beispiel bei den Darmgeschwüren im Typhus abdominalis sehen.

Zuweilen enthalten die von einem eiternden Theile kommenden Lymphgefässe, gleichwie die Venen, Eiter. Siehe Cruveillier *Anat. path. livr.* 13. Auch die entsprechenden Lymphdrüsen können vereitern. Man würde unrichtig schliessen, dass dieser Eiter durch die Lymphgefässe aufgesogen worden. So wie er in den Venen des Amputationsstumpfes von Venenentzündung entsteht, eben so entsteht er in den Lymphgefässen, die von einem entzündeten Theile kommen, von Fortpflanzung der Entzündung. Die Entzündung und Vereiterung der Lymphdrüsen des Mesenteriums bei Darmgeschwüren im Typhus abdominalis liefert deutlich den Beweis, dass wenigstens in diesem Falle der Eiter in den Lymphgefässen und Lymphdrüsen selbst entstanden ist.

i. *Blutgefässe.*

Wenn man bedenkt, dass die Sympathien des Pulses mit den Krankheiten der Organe nicht so sehr Sympathie der Arterien selbst als des Herzens sind, und wenn man ferner in Erwägung zieht, dass die örtlichen Krankheiten der Arterien ziemlich beschränkt sind auf die Stelle der Reizung, und nicht die Tendenz haben, sich in der Breite auszudehnen, wie die Entzündung und Erweiterung der Arterien, so sind wir zu dem Schlusse berechtigt, dass die Sympathien der Arterien im Allgemeinen geringe sind, wenigstens dürfen wir diess von den Häuten der grösseren Arterien und Zweige annehmen.

Aber dem Nervensystem werden wir einen Einfluss auf den Zustand der Arterien zuschreiben müssen, welcher unabhängig von dem Herzen ist, diess beweisen die Veränderlichkeit des Hautturgors in den Leidenschaften, die örtlichen Congestionen und wieder der Collapsus, die in Folge einer bloss leidenschaftlichen Aufregung in den äusseren Theilen entstehen.

Es ist schwierig zu unterscheiden, ob bei einer allgemeinen Affection der Venen diese ursprünglich von einem Theile des Venensystems ausgegangen und sich allmählich sympathisch verbreitet, oder ob die nächste Ursache der Krankheit auf einen grossen Theil des Venensystems zugleich gewirkt hat. Indessen zeichnet es das Venensystem aus, dass seine Krankheiten in der Regel keine ganz örtlichen sind, wie die Atonie und Varicosität der Venen zeigen.

Einen directen Beweis von der ausgebreiteten Sympathie der Venen giebt die Venenentzündung; sie entsteht örtlich im Verlaufe einer Vene durch Ursachen, welche überhaupt Venenentzündung setzen, z. B. durch einen schlechten Aderlass, durch die Verletzung eines Varix, ferner in Amputationswunden, am Uterus der Wöchnerinnen, verbreitet sich aber von der örtlich entzündeten Stelle so schnell, dass sie in kurzer Zeit alle Venenstämme des Gliedes erreicht. Die Venenentzündung ist daher, wenn sie nicht auf der Stelle richtig erkannt und behandelt wird, gewöhnlich tödtlich; sie geht in Eiterung der Venen über. Eine merkwürdige Sympathie der Venen unter sich ist die Erschlaffung und Erweiterung der Venen in der Umgegend einer Geschwulst

mit entartetem Gefässsystem. Diese Disposition zur Erweiterung und Erschlaffung der kleinen Venen zeigt sich zuweilen über den ganzen Körper verbreitet, bei Cachexien und Dyskrasien, und erzeugt eigenthümliche Farbenveränderung, wie z. B. die blauen Ringe um die Augen u. a.

k. *Drüsengewebe.*

Wenn auch gewisse Krankheiten, wie die Scrofelsucht und der Krebs, die Tuberkeln, als Bildungskrankheiten vorzüglich das drüsige Gewebe ergreifen, so ist doch ein allgemeines Leiden des Drüsengewebes in diesen Krankheiten nicht aus Sympathie zu erklären, sondern es liegt in der Natur dieser Krankheiten, dass sie diess Gewebe besonders ergreifen, und die Verbreitung geht nicht so sehr von einer örtlichen Reizung, sondern von einer allgemeinen Anlage des Drüsengewebes aus, die sich dann zu einer vollkommenen Krankheit ausbildet, wenn das Drüsengewebe örtlich gereizt wird. Gleichwohl ist es nicht zu bezweifeln, dass, wenn eine Krankheit in einer einzelnen Drüse beginnt, sie durch die Sympathie der verschiedenen Theile der Drüse leichter die ganze Drüse, als die fremdartige Umgebung erreichen wird. Unter die sympathische Reizung des Drüsengewebes gehört aber folgende Thatsache:

Dass alle Absonderungsorgane, wie sie ihre Reizung auf die Ausführungsgänge reflectiren, so auch in einen Zustand sympathischer Reizung gerathen, wenn ihre Ausführungsgänge ursprünglich gereizt werden; so bedingt die Gegenwart der Speisen im Munde einen grössern Zufluss des Speichels aus den Speicheldrüsen, die Gegenwart einer Sonde in der Blase die vermehrte Absonderung des Urins aus den Nieren (?), die Reizung der Glans penis eine vermehrte Absonderung des Samens, die Reizung der Schleimhaut des Auges eine vermehrte Absonderung der Thränen. So ist es ebenfalls Thatsache, dass, während die Speisen noch im Magen enthalten sind, der Ausfluss der Galle in den Dünndarm nur gering, dass sich dieser aber im zweiten Stadium der Verdauung, wenn der Chymus mit der innern Haut des Dünndarms in Berührung kommt, sehr vermehrt, und dass umgekehrt im Hunger die Ausscheidung der Galle sehr vermindert ist.

Die Materialien, welche wir in diesem Abschnitte mitgetheilt haben, hat vorzüglich Bichat, in seiner allgemeinen Anatomie, dem Lichte der physiologischen Anatomie zugänglich gemacht, ein Werk, welches mehr wahren Inhalt der allgemeinen Pathologie, als unsere mehrsten Lehrbücher der allgemeinen Pathologie enthält. Auf welche Art die Sympathien der verschiedenen Theile eines Gewebes erfolgen, ist schwer zu entscheiden. Einige leiten dieselben unabhängig von den Nerven, von der Gleichheit und dem continuirlichen Verlaufe eines Gewebes ab. Ist die Verbreitung der Entzündung z. B. durch diese Art von Ansteckung möglich? Ist die Materie eines Gewebes unabhängig von dem Einfluss der Nerven fähig, durch eine Art von Affinität der Gewebetheile gegen einander eine Reiznng weiter zu leiten? Wir sind nicht im Stande, diese Frage zu lösen. Andere leiten die Sympathien im Verlaufe des Gewebes von den Nerven ab. Dass

viele der hieher gehörigen Erscheinungen auf diese Art erklärt werden müssen, scheint daraus hervorzugehen, dass auch Schleimhäute, welche anatomisch nicht zusammenhängen, seröse Häute, welche untereinander keine Communication haben, doch Erscheinungen von Sympathie darbieten. Siehe oben p. 735. Gleichwohl lassen sich diese Erscheinungen auch so erklären, dass eine in das Blut aufgenommene oder dort ausgebildete krankhafte Materie eine Affinität gegen das ganze Schleimhautsystem u. s. w. hat. Bei der Ausbreitung der Empfindungen in den verschiedenen Theilen eines Gewebes sind aber offenbar die Nerven mit thätig; und hier frägt es sich nun, ob die Irradiation z. B. in den Schleimhäuten durch einen vorauszusetzenden Zusammenhang der peripherischen Nervenzweige, oder durch Mitwirkung der Centraltheile erfolgt. Vergl. oben p. 727.

### II. Sympathien verschiedener Gewebe unter sich.

Diese zweite Form von Sympathie ist viel seltener als die erste. In der Regel geht eine krankhafte Affection innerhalb eines und desselben Gewebes viel leichter von einem auf ein anderes Organ über, als dass in einem und demselben Organe ein Gewebe seinen Zustand einem andern Gewebe überträgt. Die Tunica mucosa des ganzen Darmkanals kann krankhaft absondern, ohne dass die Tunica muscularis mit afficirt ist; unter einem krankhaften serösen Ueberzuge des Herzens kann gesunde Muskelsubstanz liegen; die Tunica musculosa des Darmkanals kann ohne Veränderung der Tunica mucosa und serosa desselben krampfhaft afficirt seyn. Die Tunica serosa kann Wasser absondern, ohne Mitleiden der andern Häute eines Organes. Indessen giebt es doch Sympathien dieser Art. Es ist hier zu bemerken, dass, wenn die Sympathien verschiedener Theile desselben Gewebes in der Regel gleiche Zustände bedingen, in den Sympathien verschiedener Gewebe die Affectionen der in Wechselwirkung tretenden Gewebe nach ihren Lebenseigenschaften auch verschieden sind; nur die Entzündung ist auch hier eine in gleicher Art sich mittheilende Veränderung. Die hieher gehörenden consensuellen Erscheinungen sind vorzüglich folgende:

1) *Zwischen der äussern Haut und den Schleimhäuten.* Diese sind sehr häufig. Viele Krankheiten der Schleimhäute, namentlich die Entzündungen und Blennorhoeen, entstehen oft durch Wirkung einer Krankheitsursache auf die äussere Haut, und umgekehrt. Auf Erkältung der äussern Haut erfolgt Lungenentzündung, Halsentzündung, Darmentzündung etc., oder catarrhalische Affectionen dieser Häute, und zwar jedesmal in der Schleimhaut desjenigen Organes, welches nach individuellen Eigenthümlichkeiten mehr als die äussere Haut in der Disposition zu Krankheiten ist. Nach ausgedehnten Verbrennungen der äussern Haut entsteht zuweilen Entzündung der Lungenschleimhaut, Magenschleimhaut. In den exanthematischen Affectionen der äussern Haut leiden zuweilen die Schleimhäute mit. Andrerseits verändert eine Krankheit der Schleimhäute, z. B. ein gastrischer

Zustand, die Absonderung, den Turgor, die Farbe der äussern Haut. Auch wirkt man durch die äussere Haut consensuell auf die Schleimhäute, wie bei Anwendung der Kälte auf die äussere Haut bei Blutungen aus Schleimhäuten.

2) *Zwischen der äussern Haut und den serösen Häuten.* Die Wasserergiessungen der serösen Häute vermindern regelmässig die Absonderung der äussern Haut, und durch Unterdrückung der Hautabsonderung entstehen hinwieder zuweilen Wasserergiessungen in den serösen Häuten, sowohl bei vorher gesundem Zustande der Haut, als bei Störungen der Hautexantheme. Endlich verursachen Krankheitseinflüsse, welche auf die äussere Haut wirken, nicht selten Entzündungen der serösen Häute.

3) *Zwischen dem Drüsengewebe und den Schleimhäuten.* Ich habe schon oben erwähnt, dass eine Drüse, die in eine Schleimhaut ausführt, in lebhafter sympathischer Verbindung mit dieser Schleimhaut steht, wie denn das Drüsengewebe nicht allein als eine Verlängerung des Ausführungsganges, und dieser als Fortsetzung der Schleimhaut betrachtet werden kann, sondern auch die dem Darmkanal adnexen Drüsen aus dem Darmkanal selbst anfangs hervorkeimen. Siehe oben p. 362. Wir dürfen uns daher nicht wundern, wenn die Reizung der Mundschleimhaut die Absonderung des Speichels vermehrt, die Reizung der Conjunctiva einen Thränenfluss, die Indigestion eine Salivation bewirkt.

4) *Zwischen den Schleimhäuten und den serösen Häuten* zeigt sich seltener eine solche Wechselwirkung.

5) *Zwischen den fibrösen Häuten, der Markhaut der Knochen und dem Knorpel- und Knochengewebe findet hingegen eine sehr innige Beziehung statt.* Der Zustand der Beinhaut wirkt auf den des Knochens und umgekehrt. Nach Entzündung der Beinhaut folgt häufig Aufschwellung des darunter liegenden Knochens, und bei Knochenauftreibungen wird auch die Beinhaut verdickt. Nach Entzündung der Markhaut der Knochen entsteht auch Aufschwellung der ganzen Dicke des Knochens. Nach Zerstörung der Beinhaut erfolgt die äussere, nach Zerstörung der Markhaut die innere Necrose der Röhrenknochen. Siehe oben p. 389. Diese Wechselwirkung gründet sich vorzüglich auf den Umstand, dass sowohl von der Beinhaut als von der Markhaut aus, unzählige feine Gefässe von aussen und innen in das Innere des Knochens eindringen.

Ein aufmerksamer Arzt wird diese Beispiele von Sympathien zwischen verschiedenen Geweben leicht vermehren können. Die Erklärung dieser Sympathien kann nicht in allen Fällen dieselbe seyn. Absondernde Häute stehen an und für sich, abgesehen von den Nerven, durch die Wirkung des Zustandes der Absonderungen auf die Säftenmasse in einem antagonistischen Verhältnisse. Siehe oben p. 454. Andere Erscheinungen, bei welchen weniger allein die Absonderung als der gesammte Lebenszustand der Häute verändert wird, wie bei der lebhaften Wechselwirkung der Haut und der Schleimhäute, gehören mehr zu den Phänomenen der durch Mitwirkung der Nerven zu erklärenden Reflexion. Siehe oben p. 731. In Hinsicht der Wechselwirkung der Drüsen

mit den Schleimhäuten ist es ungewiss, ob die Sympathie durch Reflexion oder durch Wechselwirkung der Nerven selbst unter Mitwirkung des N. sympathicus erfolgt. Die Wechselwirkung der äussern und innern Beinhaut der Knochen mit den Knochen ist endlich durch ihre Gefässverbindungen und die Wechselwirkung ihres Gefässgewebes zu erklären.

### III. Sympathien der einzelnen Gewebe mit ganzen Organen.

Die Krankheit eines *ganzen Organes*, an welcher ein weiter verbreitetes Gewebe Antheil hat, theilt sich den Fortsetzungen dieses Gewebes über das ursprünglich afficirte Organ hinaus mit, und umgekehrt kann der Zustand eines Gewebes auf den eines zusammengesetzten Organs wirken.

Als Beispiele dieser Art von Sympathie kann man vorzüglich das Verhältniss der Eingeweide zu der äussern Haut, zu den Schleimhäuten, serösen Häuten anführen.

Durch die äussere Haut kann eine Krankheitsursache zu jedem zur Krankheit disponirten Organe Eingang finden, und anderseits können Reizungen und Ableitungen, auf der äussern Haut angebracht, wieder auf die Krankheitszustände jedes besondern nahegelegenen Organes wirken. Auch werden Blutungen innerer Theile durch Wirkung der Kälte auf die Haut gestillt. Endlich kann sich eine exanthematische Krankheit der Haut auf alle inneren Theile versetzen.

Die serösen Häute participiren immer an den Zuständen der Organe, welchen sie einen Ueberzug geben. Bei den organischen Bildungskrankheiten der Eingeweide leiden die serösen Häute nicht allein, wo sie das Eingeweide überziehen, sondern in ihrer ganzen Ausbreitung mit. So entsteht in Folge einer organischen Krankheit der Lungen Brustwassersucht, des Herzens Herzbeutelwassersucht, der Leber Bauchwassersucht, der Gebärmutter und der Eierstöcke Bauchwassersucht, bei organischen Krankheiten des Hodens Hydrocele. Dabei gilt das Erfahrungsgesetz, dass gewöhnlich die dem kranken Organe zunächst gelegenen serösen Häute sympathisch afficirt werden. Ferner sind in den Krankheiten der Eingeweide, an welchen Schleimhäute participiren, die Schleimhäute in grösserer Ausdehnung immer afficirt. Bei den organischen Krankheiten der Gebärmutter entsteht weisser Fluss. Bei den Krankheiten der Lungen sind die Schleimhäute der Bronchien afficirt. Bei den Bildungskrankheiten des Magens, des Darmkanals entsteht oft eine anhaltende Verstopfung aus Mangel an Absonderung in der Schleimhaut des Tractus intestinalis.

Bei dem entzündlichen Zustande einer Schleimhaut ist das ganze System ergriffen, die nahegelegenen Muskeln sind entweder in ihren Bewegungen gehemmt, wie die Schlundmuskeln in der Entzündung des Schlundes, oder sie sind krampfhaft afficirt, wie das Zwerchfell, die Intercostalmuskeln im Reizhusten, welcher von der Schleimhaut der Lungen ausgeht. Mechanische Reizung der Schleimhaut bringt dieselbe Wirkung her-

vor. Man kennt die Krämpfe, welche von mechanischer Irritation der Stimmritze entstehen, das Würgen nach der Reizung der Schleimhaut des Schlundes; die Reizung der Schleimhaut der Blase, der Ureteren durch Steine, durch Entzündung bewirkt Krampf des Sphincter ani, des Sphincter vesicae urinariae, Anziehung des Hodens durch den Musculus cremaster. Wir haben schon oben gesehen, dass die Reizung der Schleimhäute durchgängig krampfhafte Athembewegungen, wie beim Erbrechen, Niesen, Schluchzen, Husten u. s. w. erzeugen könne, und verweisen in Hinsicht der Erläuterung dieser Erscheinungen auf p. 333.

Von allen Membranen haben die fibrösen die geringste Wechselwirkung mit anderen Organen, selbst mit den Organen, welche sie umkleiden. Diese zum Schutz und zur Befestigung bestimmten Theile sind in dieser Hinsicht fast Isolatoren. Nur die Entzündung der fibrösen Häute kann wegen des Blutverkehrs und der Wechselwirkung der Gefässe heftige Symptome, auch in den von ihnen umkleideten Organe hervorbringen, gleichwie die Entzündung der Dura mater mit heftigen Hirnsymptomen verbunden ist.

Die Sympathien einzelner Gewebe mit ganzen Organen finden übrigens theils in den Gesetzen der Reflexion (p. 688., 716., 725., 728.), wenn solche Theile in keiner Verbindung stehen, wie die Haut und innere Organe, theils in der Wechselwirkung der Gefässverbindungen und Gefässnerven verbundener Theile (wie des Uterus und der Schleimhaut der Genitalien) ihre Erklärung.

### IV. Sympathien ganzer Organe unter sich.

Obgleich es zu den Grundbegriffen des Organismus gehört, dass ein Organ auf alle anderen wirken kann: so ist doch die Leitung der Zustände vorzüglich zwischen den Organen gewisser Systeme oder Organgruppen erleichtert. Die hieher gehörenden Sympathien sind folgende:

1) Zwischen Organen, welche eine gleiche Bildung und Function haben, wie zwischen den verschiedenen Speicheldrüsen, zwischen dem Herzen und den Blutgefässen, zwischen Magen und Darmkanal, zwischen den Centralorganen des Nervensystems.

2) Zwischen Organen, welche, obgleich von verschiedener Bildung, doch zu demselben Organsystem gehören, wie die verschiedenen Organe des chylopoetischen Systems (Darmkanal, Drüsen, Milz), des uropoetischen Systems, der Genitalien, der beiden letzteren unter sich, des respiratorischen Systems (Kehlkopf, Luftröhren, Lungen).

3) Zwischen Organen, welche in anatomischem Zusammenhange durch Gefässe und ihre Nerven stehen, wie Lungen und Herz.

4) Zwischen allen wichtigeren Eingeweiden und den Centralorganen des Nervensystems. Hieher gehören die Mit-Affection des Gehirns bei Entzündung der Eingeweide, der Leber, der Lungen, des Darmkanals, die Affectionen des Magens und der

Leber, Polycholie, Leberentzündung, nach Verletzungen und Reizungen des Gehirns etc.

Die sympathischen Erscheinungen dieser Art werden theils durch die Abhängigkeit verschiedener Organe eines Systems, oder anatomisch zusammenhängender Theile von gleichen Ausstrahlungspunkten des Nerveneinflusses, theils durch den Einfluss der Centralorgane des Nervensystems auf alle Organe erklärt. Dass die Centralorgane hierbei wahrscheinlich einen grössern Einfluss als die Communication der sympathischen Nerven ausüben, sieht man an gewissen, durch Nervenzusammenhang oder anatomischen Zusammenhang ganz unerklärlichen Sympathien, wie zwischen Brust und Genitalien, zwischen Kehlkopf, Athemwerkzeugen, und Genitalien bei der Entwickelung der Pubertät, bei Ausschweifenden und Castraten. Sympathien, welche bis jetzt auch keiner andern Erklärung als derjenigen der Reflexion fähig, sind die der Parotis und des Hodens, deren entzündliche Affectionen sich zuweilen von einem auf das andere Organ versetzen.

### V. Sympathien der Nerven selbst.

Obgleich die Nerven die Ursachen des grössten Theils, wenn nicht aller consensuellen Erscheinungen sind, so trennen wir doch diejenigen Sympathien, bei welchen die Wechselwirkung bloss zwischen Nerven erfolgt, oder wo wenigstens ein Nerve es ist, welcher, dem Einflusse eines andern Theiles ausgesetzt, sympathische Erscheinungen zeigt. Man kann die hieher gehörigen Facta folgendermaassen ordnen:

*I. Sympathien der Nerven mit den Centraltheilen des Nervensystems.* Die Nerven erfordern zu ihrer naturgemässen Thätigkeit nicht allein den beständigen Einfluss der Centralorgane, wie meine und Sticker's Versuche (p. 614.) zeigen, nach welchen ein von dem Gehirn und Rückenmark längere Zeit getrennter Nerve gänzlich seine Reizbarkeit verliert; auch die Centralorgane können durch die Nerven verändert werden. Die hieher gehörigen Phänomene sind zum Theil schon in dem Capitel von der Reflexion p. 688. angeführt worden. Wir bedienen uns dieser Wechselwirkung in einer Menge von Fällen zur Heilung von Krankheiten der Centralorgane. Wir erregen das Rückenmark selbst, indem wir die von ihm entspringenden Nerven durch Bürsten der Haut und andere Frictionen, durch Senfteige, Blasenpflaster, Moxen, Haarseile u. s. w. reizen; wir wirken auf das Gehirn und Rückenmark vermittelst der Nerven bei den kalten und warmen Bädern, bei den Sturzbädern, beim Auftröpfeln kalten Wassers auf Hautstellen. Bisher waren diese Thatsachen zwar bekannt, weniger aber diejenigen physiologischen Thatsachen, aus welchen man jene ableiten kann; jetzt aber kann man sich aus den bei der Lehre von der Reflexion erläuterten Erscheinungen einen deutlichen Begriff von dem Processe jener Wechselwirkung machen. An jedem Theile des Körpers, namentlich der Haut, kann man durch mechanische, galvanische, chemische Einwirkung in den von dort entspringenden Nerven eine heftige centripetale Wir-

kung erzeugen, welche, wenn sie öfter wiederholt wird, im Stande ist, den gesunkenen Lebensprocess in denjenigen Theilen des Gehirns und Rückenmarkes, von welchen jene Nerven entspringen, anzufachen und so mittelbar auch auf andere Theile der Centralorgane zu wirken. Für die Therapie ergiebt sich aus diesen Betrachtungen, dass wir auf die Centralorgane auf sehr verschiedene Art einzuwirken vermögen, nämlich:

1) Durch unmittelbare Einwirkung auf dieselben durch in den Darmkanal, oder durch die Haut eingeflösste und ins Blut aufgenommene Materien, eine Methode, die sich in sehr vielen Fällen wegen der Unwirksamkeit solcher Mittel erfolglos zeigt.

2) Durch Wirkung auf die von den Centralorganen entspringenden Nerven, wovon die Therapie die herrlichsten Erfolge sieht.

*II. Sympathien der Bewegungs- und Empfindungsnerven.* In dem vorhergehenden Falle haben wir nur die Veränderung der Centralorgane selbst durch Eindrücke auf die Empfindungsnerven ins Auge gefasst; hier erwägen wir die hierbei auch erfolgenden Rückwirkungen von den Centralorganen auf andere Empfindungsnerven oder Bewegungsnerven. Die centripetale Erregung der Empfindungsnerven wirkt nicht bloss auf die Centralorgane, sie wird auch von diesen reflectirt. Diese Reflexion findet auch zwischen verschiedenen Empfindungsnerven statt. Daher sind wir im Stande, die Thätigkeit eines Empfindungsnerven, der unserer Behandlung nicht zugänglich ist, wie des Gehörnerven, des Gesichtsnerven, durch Reizung anderer, ihm physiologisch und in Hinsicht des Ursprunges verwandter Empfindungsnerven anzuregen. Hierauf gründet sich die Behandlung der Schwerhörigkeit, der Amblyopie mit Hautreizen u. s. w. Die Beispiele von Reflexion von Empfindungsnerven auf Bewegungsnerven durch Vermittelung des Rückenmarks und Gehirns haben wir schon oben p. 688. ausführlich mitgetheilt. Ich erwähne hier nur als Anhaltspunkte die auf Reizung der Retina erfolgende Bewegung der Iris, die krampfhaften Athembewegungen des Hustens, Erbrechens, Niesens, Schluchzens u. s. w., auf Empfindungsreizungen in der Schleimhaut der Lungen, des Schlundes, Magens, Darmkanals, das Niesen nach Lichtreiz, die Bewegungen der Augenlieder auf Empfindungsreizung der Retina und des Nerv. acusticus. Die Erklärung aller dieser Erscheinungen ist bereits gegeben; an ihnen hat der Nervus sympathicus gar keinen Antheil; die Reflexion erfolgt hier überall, wie bewiesen worden, durch Vermittelung des Gehirns und Rückenmarkes. Durch die Reflexion von den Empfindungsnerven auf die Bewegungsnerven vermittelst des Gehirns und Rückenmarkes heilen wir zuweilen örtliche Lähmungen einzelner Nerven, z. B. des N. facialis, die Ptosis palpebrarum durch Reizung der Gesichtsnerven u. s. w. Bei allen diesen seit langer Zeit erprobten Heilversuchen, die unter I. und II. erwähnt worden, zeigt sich jetzt schon die innigste Durchdringung unserer physiologischen und praktischen Kenntnisse. Welcher Fortschritt liegt in der Erkenntniss, dass man und warum man durch künstlich erregte Empfindungen wohlthätig auf Bewegungen wirken kann!

*III. Sympathien der paarigen Nerven.* Dahin gehören vorzüglich die paarigen Sinnesnerven, wie die beiden Optici, die Acustici, die Olfactorii, und die Nerven des Ciliarsystems.

Bei einer primären Affection des einen Auges, wo die Reizung ursprünglich nur auf dieses eingewirkt hat, erfolgt zuweilen Erkranken des andern Auges an derselben Krankheit. Ist ein Auge durch Entzündung zerstört worden, so wird zuweilen auch das andere ergriffen und zerstört. Die Affectionen des innern Ohres bleiben nicht immer isolirt. Ist erst das eine Ohr taub geworden, so wird es auch oft das andere. Die Sympathien der Bewegungsnerven des Auges und namentlich der Ciliarnerven sind bekannt genug. Die gleiche Oeffnung der Pupille beider Augen bei den verschiedensten äusseren Einflüssen auf das eine und andere, ist auch in der Gesundheit von dieser Sympathie bedingt. Diese Sympathien der paarigen Nerven äussern sich sehr häufig in den sogenannten Neuralgien, in den schmerzhaften Affectionen der Nerven. In Folge des nervösen Gesichtsschmerzes auf der einen Seite wird zuweilen auch der entsprechende Nerve der andern Seite afficirt. Der Zahnschmerz, der seinen Grund in einem cariösen Zahne hat, wird nicht allein an der Stelle der Reizung, sondern zuweilen auch in dem entgegengesetzten paarigen Nerven gefühlt.

*IV. Sympathien der Bewegungsnerven unter einander.* Die hieher gehörigen, äusserst zahlreichen Phänomene der Association der Bewegungen oder Mitbewegungen, wodurch die Intention zu einer Bewegung auch andere Bewegungen unwillkührlich hervorruft, sind schon p. 662. erläutert und erklärt worden.

*V. Sympathien der Empfindungsnerven.* Die Sympathien der Empfindungsnerven zeigen uns vorzüglich drei Formen, welche bloss durch die Ausdehnung und Entfernung der in Consensus gezogenen Theile verschieden sind.

a. Im ersten Falle breitet sich eine heftige Empfindung, die an einer einzigen Stelle erregt worden, in Nerven derselben Art, oder in anderen Nervenfasern desselben Nerven aus; wie bei der durch eine ganz örtliche heftige Verbrennung entstehenden Irradiation der Empfindungen in die benachbarten Hautstellen. Die Erklärung dieser Erscheinungen ist schon oben bei der Lehre von der Irradiation behandelt worden.

b. Im zweiten Fall zieht der eine Empfindungsnerve einen Empfindungsnerven anderer Art, aber in demselben Organe in Affection. Diese Art von Sympathie beobachten wir vorzüglich zwischen den eigentlichen Sinnesnerven und den sogenannten Hülfsnerven der Sinnesorgane. Ausser den eigenthümlichen Sinnesempfindungen eines Sinnesorganes kommen nämlich in jedem Sinnesorgane auch noch die allgemeinen Empfindungen des Gefühls für Widerstand, Wärme, Kälte, Wohllust, Schmerz in ihm, aber durch andere Nerven vor. Im Auge ist der N. opticus nur der Lichtempfindung, nach Magendie nicht der Gefühlsempfindung fähig; dagegen besitzt das Auge in den Zweigen vom ersten Aste des N. trigeminus, die sich in der Conjunctiva verbreiten, und in den Ciliarnerven auch Gefühlsempfindung; diese sind also die Hülfsnerven des Auges. Das Gehörorgan besitzt ausser dem N. acu-

sticus, die vom N. facialis, glossopharyngeus, sympathicus, Ram. secundus und tertius N. trigemini und Ganglion oticum, in der Trommelhöhle sich verbreitenden Hülfsnerven, wovon ausführlicher in der speciellen Physiologie der einzelnen Nerven. Von diesen in der Schleimhaut der Trommelhöhle sich verbreitenden Nerven, und von den zahlreichen Nerven des äussern Ohrs und äussern Gehörganges rührt offenbar die Gefühlsempfindung des Gehörorganes her. Die Nase ist nicht allein der Sitz des Geruchs durch die Geruchsnerven, welche nach Magendie keiner Gefühlsempfindung fähig sind, sondern auch lebhafter Gefühlseindrücke durch die N. nasales vom zweiten Aste des N. trigeminus fähig, wohin die Empfindungen von Widerstand, Wärme, Kälte, Kitzel, Schmerz u. s. w. in der Nase gehören. Die Zunge ist sowohl der Geschmacksempfindung als der Gefühlsempfindung fähig, wie jedem bekannt ist.

In jedem Sinnesorgane kann die eine Art dieser Empfindungen aufgehoben seyn, während die andere verharrt. Die Sinnesnerven und Gefühlsnerven der Sinnesorgane sind nun einer sehr lebhaften sympathischen Action fähig. Hieher hat man unter anderen auch die nach Verletzung des N. frontalis zuweilen beobachtete Blindheit gerechnet, von der es jedoch noch zweifelhaft ist, ob sie hieher gehört. Man glaubt, dass die Verletzung des Nervus frontalis auf den Stamm des Nerv. ophthalmicus zurückwirke, der auch den N. naso-ciliaris abgiebt, welcher letztere die lange Wurzel des Ganglion ciliare bildet. Allein die Ciliarnerven können nur die Iris lähmen, nicht die Retina, mit welcher sie in keiner Verbindung stehen. Viel naturgemässer scheint mir die consecutive Blindheit nach Contusionen der Stirngegend von der Erschütterung des Auges und Sehnervens erklärt zu werden. Der treffliche v. Walther scheint mir zu weit gegangen zu seyn, wenn er so viel Gewicht auf das Ciliarnervensystem bei den Amaurosen und Amblyopien legte. Viele andere Erscheinungen zeigen uns aber unzweideutige Beweise von Wechselwirkung der Sinnesnerven, wie die auf Reizung der Retina erfolgende Bewegung der Iris, der Augenlieder, und die Thränenabsonderung. Eben so stark sind aber auch die Wirkungen der Sinnesnerven auf einander, wie die Empfindung des Kitzels in der Nase nach dem Sehen in die Sonne; die Empfindungen von Schauder, Rieseln nach gewissen Tönen u. s. w. bezeugen. Wie diese Erscheinungen zu erklären sind, ist nach den in der Mechanik der Nerven aufgestellten Grundsätzen nicht sehr zweifelhaft. Da uns zuverlässig erwiesene Verbindungen dieser Sinnesnerven mit jenen Hülfsnerven durch den N. sympathicus nicht bekannt sind, so müssen diese Phänomene auch nur durch das Gesetz der Reflexion, nämlich durch Vermittelung des Gehirns zwischen der centripetalen Erregung, z. B. des Sehnerven und der Rückwirkung auf die Nasennerven (beim Niesen und Gefühl von Kitzel in der Nase nach dem Sehen in die Sonne, erklärt werden. Tiedemann hat in der von ihm gegebenen vollständigen Darstellung aller Sympathien der Sinnesorgane (*Zeitschr. f. Physiol. I.* 237.) die Thatsache hervorgehoben, dass alle Sinneswerkzeuge

Zweige von dem sympathischen Nerven erhalten. Diess ist nicht zu läugnen; zur Erklärung der Sympathien der Sinnesnerven mit anderen Empfindungsnerven ist aber erforderlich, dass nicht das Sinnesorgan überhaupt, welches ein sehr zusammengesetzter Theil von juxtaponirten Geweben ist, sondern der Sinnesnerven selbst eine solche Verbindung eingehe. Nun hat man zwar auch solche Verbindungen beschrieben. Tiedemann selbst beobachtete Zweige der Ciliarnerven, welche die Art. centralis retinae bis auf die Netzhaut begleiten; diess ist aber keine Verbindung des Sehnerven, oder der Retina mit dem N. sympathicus; denn solche zarte Gefässnerven giebt es überall; ich habe sie z. B. weit hin an den Zweigen der Arteria profunda penis in den Corpora cavernosa penis verfolgt. Hirzel (Tiedemann's *Zeitschrift I.* 229.) beobachtete mehrmal eine Verbindung zwischen dem Ganglion sphenopalatinum und dem Sehnerven. Arnold verfolgte einen solchen Faden nur bis in die Scheide des Sehnerven, und läugnet die Verbindung mit diesem selbst. Varrentrapp (*observ. anat. de parte cephalica N. sympathici. Francof.* 1831.) sah diesen Faden nicht. Wenn aber auch der N. sympathicus wirklich einen Faden an den Sehnerven abgäbe, der mit diesem verschmölze, so lässt sich daraus auch noch nicht viel erklären; denn zu einer vollständigen Wechselwirkung, wie sie bei den Sympathien stattfinden müsste, müsste dieser Verbindungsfaden des N. sympathicus mit allen im Sehnerven enthaltenen Fasern sich verbinden; die Verbindung mit einer oder einigen Fasern würde nicht hinreichen. Dasselbe lässt sich von dem Gehörorgan bemerken. Die in dasselbe eintretenden Zweige des sympathischen Nerven können keine Sympathien des Gehörnerven erklären, weil sie sich nicht mit dem Gehörnerven verbinden; sie sind besonderen vegetativen Functionen, der Schleimabsonderung in der Trommelhöhle u. a., bestimmt. Arnold (*d. Kopftheil d. vegetat. Nervensystems. Heidelb.* 1831.) hat Verbindungen des N. facialis mit dem N. acusticus beschrieben. Es geht nämlich vom Knie des N. facialis ein von Arnold vom sympathischen System abgeleiteter Nervenfaden rückwärts zum N. acusticus. Hier frägt sich wieder, verschmilzt dieser Faden mit dem ganzen N. acusticus, oder gesellt er sich bloss juxtaponirt den Fäden desselben bei, um organischen Functionen im Labyrinthe vorzustehen. Varrentrapp fand überdiess jene Verbindung nicht wieder. Arnold fand auch eine zweite Verbindung des N. facialis mit dem N. acusticus, die Varrentrapp bestätigte. Von der kleinern Portion des siebenten Paares geht im Meatus audit. int. ein Faden zum Hörnerven. Diese Verbindung dürfte wohl auch keine Wechselwirkung beider Nerven erklären können; den Fasern des N. acusticus wird hier ein der Gefühlsempfindung, nicht Gehörempfindung bestimmter Faden des N. facialis juxtaponirt.

Dasselbe was von dem Verhältniss der Sinnesnerven zu ihren Hülfsnerven bemerkt wurde, gilt von den entfernteren Sympathien der Sinnesorgane mit den Abdominaleingeweiden. Man hat zuweilen in Störungen der Verrichtungen der Unterleibseingeweide Amblyopie, Ohrenbrausen u. s. w. beobachtet; auch diese

Wechselwirkungen erklären Viele durch den Antheil des N. sympathicus an den Verrichtungen der Sinnesorgane, da doch diese Erscheinungen viel leichter aus der Impression, welche die Veränderungen der Unterleibsnerven auf die Centralorgane machen, und aus der Rückwirkung der letzteren auf die Sinnesorgane erklärt werden. Man kann diese Veränderungen der Sinnesorgane in Unterleibskrankheiten nicht so isolirt betrachten; oft zeigt sich das ganze Nervensystem mit alterirt; hartnäckige Cephalalgien sind der Affection der Sinnesorgane vorausgegangen oder noch vorhanden, das Gemeingefühl der gesammten Sensationsnerven, der Rückenmarksnerven ist alterirt. Mit einigen Ausstrahlungen des N. sympathicus auf die Sinnesorgane kömmt man hier nicht aus.

Alles diess beweist, dass die bisherigen Erklärungen der Sympathien der Sinnesorgane unter sich und mit anderen Organen durch den N. sympathicus, wenn gleich nicht widerlegt, aber weit von einem empirischen Beweise entfernt sind, und dass die trefflichen Männer Tiedemann und Arnold, indem sie sich fast an die Spitze der Vertheidiger jener Hypothese gestellt haben, nach einer einmal gangbar gewordenen Theorie aus ihren schätzbaren anatomischen Beobachtungen mehr geschlossen haben, als wozu diese zu berechtigen scheinen.

Nachdem wir die verschiedenen Formen der Sympathien zergliedert haben, ist es nöthig, noch einen Blick auf die Anwendung zu werfen, welche die Therapie von den Sympathien macht. Die Lehre von der Statik des Consensus belehrt uns, wie wir uns hüten müssen, den krankhaften Zustand des Organes *A* durch Wirkungen auf das Organ *B* zu verstärken; sie zeigt uns aber auch die Mittel, den Zustand des unzugänglichen Organes *A* durch angemessene Veränderung des Organes *B* mit zu verändern. Die hieher gehörigen Heilmethoden haben den Namen der Ableitung und Gegenwirkung erhalten, indem sie durch die künstliche Veränderung des einen Organs einen Zustand in einem andern Organe zu entfernen beabsichtigen. Die hieher gehörigen Fälle sind folgende:

1) Erhöhung der Thätigkeit des krankhaften Theiles *A* durch künstliche Erhöhung der Thätigkeit des sympathischen Theiles *B*.

2) Verminderung der Irritation des Theiles *A* durch Erschlaffung des sympathischen Theiles *B*. Dieser Erfolg darf am meisten bei den Nervensympathien erwartet werden, besonders überall, wo die Gesetze der Reflexion von Empfindungsnerven auf das Gehirn und Rückenmark, und von dort wieder auf die motorischen Nerven in Betracht kommen. Die ganze peripherische Ausbreitung der Hautnerven giebt dem Arzt ein grosses Feld der mittelbaren Einwirkung auf das Gehirn und Rückenmark. So erhöht die Thätigkeit der peripherischen Nervenenden in der Haut durch Friction, Electricität, Moxen, kalte Bäder, Senfteige u. s. w. erzeugt, die Thätigkeit der Centralorgane; die Erschlaffung der peripherischen Nervenenden in der Haut durch laue Bäder wirkt besänftigend auf die Irritation der Centralorgane.

3) Verminderung der krankhaften Absonderung des Theiles

*A* durch Vermehrung der Absonderung des Theiles *B*, oder durch Erzeugung einer ähnlichen Absonderung in dem Theile *B*. In diesem Falle ist die Wirkung ganz die entgegengetetzte des vorhergehenden Falles. Dort erzeugte die Wirkung auf *A* die gleiche in *B*. Hier erzeugt die Wirkung auf *A* die entgegengesetzte in *B*. Dieser Widerspruch erklärt sich aus dem schon p. 454. erläuterten Antagonismus der verschiedenen Absonderungen. Jede Vermehrung der Absonderung muss als Entziehung aus der Masse der Säfte betrachtet werden, und modifieirt also das Gleichgewicht der Vertheilung der Säfte. Auf diese Art ist die Wirkung der Blasenpflaster, Fontanellen bei der Disposition innerer Theile zu krankhaften Ablagerungen, die Wirkung der Diuretica bei den Wassersuchten u. a. zu betrachten. Es ist nur zu bemerken, dass eine künstliche Absonderung auf einer Schleimhaut die krankhafte einer andern Schleimhaut, also desselben Gewebes, nicht leicht vermindert, weil innerhalb desselben Gewebes ähnliche Zustände sich zu verstärken streben. Vgl. p. 733.

4) Verminderung der Congestion von Blut in dem Organe *A* durch eine künstlich erregte Congestion *B*; wie bei der Wirkung der heissen Fussbäder. Dieser Fall gleicht dem vorhergehenden und widerspricht den beiden ersten, erklärt sich aber auf dieselbe Weise.

5) Verminderung des Zustandes $x$ in dem Theile *A* durch künstliche Erzeugung eines davon verschiedenen Zustandes $y$ in dem Theile *B* desselben Gewebes. Eine Methode, der wir uns häufig mit dem grössten Erfolge bedienen. Absonderung und Entzündung sind besonders in einem absondernden Theile fast als entgegengesetzte Zustände zu betrachten. Die Entzündung hebt immer die natürlichen Absonderungen auf. Daher die Entzündung der Schleimhaut des Rachens mit Erfolg durch künstlich erregte Diarhoe behandelt wird. Es lässt sich diese Methode eben so auf verschiedene Gewebe anwenden. Eine Diarhoe vermindert die Congestion zu dem Kopfe. Dieser Fall gehört jedoch dann schon unter das bei 4. aufgstellte Verhältniss.

6) Verminderung des Zustandes $x$ in dem Organ *A* durch Erzeugung desselben Zustandes $x$ in dem Organe *B*. Dieser Fall scheint den meisten vorher angeführten zu widersprechen, und ist die Erklärung desselben sehr schwer. Wollte man ganz in der Nähe eines entzündeten Theiles eine künstliche Entzündung bewirken, so würde die erste dadurch nicht vermindert, sondern vermehrt werden, zumal in Theilen desselben Gewebes, welche Affinität zur Mittheilung haben. Und dennoch beschränkt zuweilen eine in einer gewissen Entfernung von dem entzündeten Organe *A* erregte Entzündung des Organes *B* die erstere. Man behandelt Augenentzündungen durch künstlich erregte Hautentzündungen in einiger Entfernung vom Auge. Man erregt Hautentzündungen in Gelenkkrankheiten u. s. w. Der Erfolg dieser Methode scheint zu beweisen, dass zwischen den Reizungszuständen der Capillargefässe zweier Organe, besonders wenn sie verschiedenen Gewebes sind, nicht dasjenige Reflexionsverhältniss herrscht, welches wir so deutlich in den unter 1. und 2. erläuterten Fällen

zwischen peripherischen und centralen Theilen beobachten, wo die Reizung der peripherischen Nervenzweige die Reizung der Centralorgane nicht aufhebt, sondern auch die Thätigkeit der letzteren erhöht.

---

## *IV. Abschnitt.* Von den Eigenthümlichkeiten der einzelnen Nerven.

### *I. Capitel.* Von den Sinnesnerven.

Man hat die Nerven immer als Leiter für die Wechselwirkung unserer Organe mit der Aussenwelt angesehen, und so betrachteten die Aerzte die Sinnesnerven als blosse Leiter für die Qualitäten der äusseren Dinge, so dass die Nerven gleichsam passiv die Eigenschaften der Körper dem Bewusstseyn überbringen sollten, ohne etwas an den Eindrücken von diesen Qualitäten zu verändern. In der neuern Zeit hat ein Theil der Physiologen angefangen, diese Vorstellungen von passiver Leitung der Eindrücke durch die Nerven zu analysiren. Sind die Nerven bloss passive Leiter für die Eindrücke des Lichtes, der Tonschwingung, der Riechstoffe: wie kömmt es, dass derjenige Nerve, welcher die Riechstoffe riecht, nur für diese Art von Eindrücken empfänglich ist, für andere nicht, und dass ein anderer Nerve hinwieder die Riechstoffe nicht riechen kann; dass der Nerve, welcher die Lichtmaterie oder die Oscillationen derselben empfindet, die Oscillationen der schallleitenden Körper nicht empfindet, und der Gehörnerve für das Licht, der Geschmacksnerve für die Gerüche unempfindlich ist, der Gefühlsnerve die Schwingungen der Körper nicht als Ton, sondern als Gefühl von Erzitterungen empfindet. Diese Betrachtungen haben die Physiologen genöthigt, den einzelnen Sinnesnerven eine specifische Empfänglichkeit für gewisse Eindrücke zuschreiben, vermöge welcher sie nur Leiter für gewisse Qualitäten, nicht aber für andere seyn sollten.

Die Vergleichung der Thatsachen mit dieser Erklärung, an welcher man noch vor 10 und 20 Jahren nicht im geringsten zweifelte, zeigte aber bald, dass sie unbefriedigend ist. Denn dieselbe Ursache kann auf alle Sinnesorgane zugleich einwirken, wie die Electricität; alle sind dafür empfänglich, und dennoch empfindet jeder Sinnesnerve diese Ursache auf eine andere Art; der eine Nerve sieht davon Licht, der andere hört davon einen Ton, der andere riecht, der andere schmeckt die Electricität, der andere empfindet sie als Schmerz und Schlag. Ein Nerve sieht von mechanischem Reiz ein leuchtendes Bild, der andere hört davon Brausen, der andere empfindet Schmerz. Der vermehrte Reiz des Blutes erregt in dem einen Organe spontane

Lichtempfindungen, in dem andern Brausen, in dem andern Kitzel, Schmerz u. s. w. Wer die Nothwendigkeit fühlte, die Consequenzen dieser Thatsachen durchzudenken, musste einsehen, dass die specifische Empfänglichkeit der Nerven für gewisse Eindrücke nicht hinreicht, da alle Sinnesnerven für dieselbe Ursache empfänglich, dieselbe Ursache anders empfinden; und so lernten Einige einsehen, dass ein Sinnesnerve kein bloss passiver Leiter ist, sondern dass jeder eigenthümliche Sinnesnerve auch gewisse unveräusserliche Kräfte oder Qualitäten hat, welche durch die Empfindungsursachen nur angeregt und zur Erscheinung gebracht werden. *Die Empfindung ist also nicht die Leitung einer Qualität oder eines Zustandes der äusseren Körper zum Bewusstseyn, sondern die Leitung einer Qualität, eines Zustandes unserer Nerven zum Bewusstseyn, veranlasst durch eine äussere Ursache.* Wir empfinden nicht das Messer, das uns Schmerz verursacht, sondern den Zustand unserer Nerven schmerzhaft; die vielleicht mechanische Oscillation des Lichtes ist an sich keine Lichtempfindung; auch wenn sie zum Bewusstseyn kommen könnte, würde sie das Bewusstseyn einer Oscillation seyn: erst dass sie auf den Sehnerven als den Vermitteler zwischen der Ursache und dem Bewusstseyn wirkt, wird sie als leuchtend empfunden; die Schwingung der Körper ist an sich kein Ton: der Ton entsteht erst bei der Empfindung durch die Qualität des Gehörnerven, und der Gefühlsnerve empfindet dieselbe Schwingung des scheinbar tönenden Körpers als Gefühl der Erzitterung. Wir stehen also bloss durch die Zustände, welche äussere Ursachen in unseren Nerven erregen, mit der Aussenwelt empfindend in Wechselwirkung.

Diese Wahrheit, welche sich aus einer einfachen und unbefangenen Zergliederung der Thatsachen ergiebt, führt uns nicht allein zur Erkenntniss der eigenthümlichen Kräfte der verschiedenen Empfindungsnerven, abgesehen von ihrem allgemeinen Unterschiede von den motorischen Nerven, sondern zeigt uns auch den Weg, eine Menge von irrthümlichen Vorstellungen über die Fähigkeit der Nerven, einander zu ersetzen, aus der Physiologie ein- für allemal zu verbannen. Man weiss längst, dass Blinde die Farben mit den Fingern *nicht* als Farben erkennen können; aber wir sehen nun die Unmöglichkeit davon aus Thatsachen ein, welche erklärend für viele andere Thatsachen sind. Wie sehr sich auch das Gefühl der Finger bei einem Blinden durch Uebung steigern mag, es bleibt immer Qualität der Gefühlsnerven, Gefühl. Welcher gebildete Arzt möchte nun wohl an solche Mährchen glauben, wie an das Lichtempfinden und Sehen mit den Fingern, mit der Herzgrube bei den sogenannten Magnetischen. Die Finger und die Herzgrube sind erweislich und factisch keiner Lichtempfindung fähig (jeder Fall, der das Gegentheil bei einem Magnetischen zeigen soll, ist arger Betrug); aber selbst, wenn diese Theile das Vermögen der Lichtempfindung hätten, so würden sie nicht sehen, nicht die Gegenstände unterscheiden können; denn dazu gehören optische Apparate. Ein Körper, welcher leuchtet oder Lichtmaterie ausströmt, strahlt das Licht von jedem Punkte über alle Theile einer empfindenden Mem-

bran gleichförmig aus. Die Lichtmaterie von *a, b, c, d — n* wird über jeden Punkt der empfindenden Membran verbreitet; wenn *a, b, c, d — n* gesehen, d. h. als Punkte von einander unterschieden werden sollten, müsste die Lichtmaterie, von *a, b, c, d — n* kommend, auch wieder in solchen einzelnen Punkten auf der empfindenden Fläche, in entsprechenden Punkten *a, b, c, d — n* sich isolirt sammeln. Also ist das Sehen durch andere Theile, als das Auge aus doppelten Gründen absurd: erstens, weil andere Theile als das Auge der Lichtempfindung überhaupt unfähig sind, und zweitens, weil zum Sehen optische Apparate zur Sonderung des Lichtes nöthig sind.

Hieraus widerlegen sich auch die oft noch gangbaren Vorstellungen von Compensation des N. opticus durch den N. trigeminus, des N. olfactorius durch denselben u. dergl.

Einigen Thieren mit Augen hat man den N. opticus abgesprochen, und die Gesichtsempfindung durch den N. ophthalmicus n. trigemini geschehen lassen, wie beim Maulwurf und Proteus anguinus. Diess beruht indess beim Maulwurf auf nicht hinreichend genauer Untersuchung, und wahrscheinlich ist es eben so beim Proteus. Der Maulwurf besitzt einen ungemein feinen Sehnerven und ein sehr zartes Chiasma n. opticorum, wie mir Dr. Henle gezeigt hat. Von den Cetaceen hat man gesagt, dass der Geruchsnerve, welcher nach Blainville, Mayer, Treviranus äusserst fein und rudimentär, aber doch vorhanden ist (Treviranus *Biologie* V. 342.), durch die Nasaläste des N. trigeminus ersetzt werde. Wie wenig diese Annahme gerechtfertigt ist, geht aus der Bemerkung hervor, dass wir nicht den entferntesten Beweis haben, dass die Cetaceen riechen. Magendie hat sich in den Theorien aus falsch verstandenen Beobachtungen von dem Ersetzen eines Nerven durch den andern am weitesten hinreissen lassen. Er glaubte zeigen zu können, dass der N. olfactorius gar nicht Geruchsnerve sey, und dass der Geruch den N. nasales des N. trigeminus zugetheilt werden müsse. Magendie *Journal de physiol. T. IV.* 169. Magendie bemerkte, dass die Zerstörung der Geruchsnerven die Empfindung für Essigsäure, flüssiges Ammonium, Lavendelöl, Dippelsöl, welche in die Nase gebracht worden, nicht aufhebt, indem die Thiere die Nase mit den Füssen rieben und niessten. Diess beweist, wie Eschricht (*Diss. de funct. primi et quinti paris in olfactorio organo.* Magendie *Journal de physiol. T. VI.* p. 339.) zeigt, und jeder leicht einsieht, dass die Geruchsnerven eben nur die Geruchsnerven und nicht die Gefühlsnerven der Nase sind. Denn alle die genannten Stoffe erregen auch das allgemeine Gefühl der Nasenschleimhaut, welches von den Nasalästen des N. trigeminus abhängt. Fleisch erregt nur die Geruchsempfindung, und hier gesteht Magendie selbst, dass, wenn einem Hunde ein in Papier gewickeltes Stück Fleisch hingelegt wurde, nachdem ihm die N. olfactorii zerstört worden, er diess nicht bemerkte. Dass der Geruch bei Mangel der Geruchsnerven oder nach Zerstörung derselben bei Menschen fehlte, haben die Fälle von Rudius, von Rolfink, Magnenus und Oppert, von Balonus, Loder und Serres gezeigt. Vergl. Eschricht a. a.

O. Backer *comment. ad quaest. physiol. Traject.* 1830. Dagegen wollen Mery, Berard bei Verhärtung der Geruchsnerven oder der vorderen Lappen des Gehirns Geruch bemerkt haben. Mery *hist. de l'anat. et chirurg. par* Portal. *T. III.* p. 603. Magendie *Journal. V.* 17. Aber wer steht uns dafür, dass diese Männer sich nicht eben so, wie Magendie getäuscht, und die Gefühlsempfindungen der Nase mit den Geruchsempfindungen verwechselt haben.

Sonst nahm man an, dass der Gehörnerve bei den Fischen von dem N. trigeminus ersetzt werde. Noch Scarpa und Cuvier glaubten diess. Diess haben Treviranus und E. H. Weber widerlegt. Bei einigen Fischen geht nach Weber (*de aure et auditu. Lips.* 1820.) ein Faden vom N. trigeminus zum N. acusticus, wie bei Silurus glanis und Muraena anguilla. Es giebt aber nach Weber einen Hülfsnerven des Gehörorganes, der bald selbstständig vom Gehirn, bald vom N. trigeminus oder vom N. vagus entspringt, und zur Ampulla des hinteren Kanales und zum Sacke geht. Die Rochen haben einen vom Gehirn selbst entspringenden N. accessorius nervi acustici, die Zitterrochen und Haien haben ihn nicht. Uebrigens ist der N. acusticus auch bei den Rochen nach Weber's genaueren Untersuchungen vom N. trigeminus getrennt und diesem bloss juxtaponirt, und Desmoulins hat sich hier geirrt, obgleich er die Trennung bei den Gräthenfischen kannte. Weber a. a. O. p. 33. 101. Man muss auf die Beobachtung, dass der Nervus acusticus accessorius zuweilen vom N. vagus oder trigeminus entspringt, auch nicht zu viel Werth legen. Diess ist wohl doch nur ein juxtaponirtes Fortgehen ganz verschiedener Fasern, so wie wir in dem N. lingualis des Menschen, welcher wirklich Geschmacks- und Gefühlsnerve der Zunge zugleich ist, das Zusammenliegen ganz verschiedener Geschmacks- und Gefühlsfasern voraussetzen müssen. Daher geht auch aus der von Treviranus (Tiedemann's *Zeitschrift. V.*) beobachteten Varietät für die Physiologie nichts hervor, dass nämlich bei einigen Vögeln der N. vestibuli ein Ast des N. facialis seyn soll. Bei der Gans ist der N. vestibuli ein Ast des eigentlichen N. acusticus, und der N. facialis geht nur dicht über ihn hin. Was könnte überhaupt eine Juxtaposition von functionell verschiedenen Fasern in einer Scheide für die Physiologie beweisen?

Nur der N. lingualis, Ast des N. trigeminus, zeigt uns das deutliche Beispiel, dass im ganzen Verlaufe eines Nerven ganz verschiedene Empfindungsfasern enthalten seyn können, auf ähnliche Art, wie in den Spinalnerven sensorielle und motorische Fasern zusammenliegen. Denn nach der Verletzung dieses Nerven hört der Geschmack auf (Mueller's *Archiv* 1834. p. 132. Magendie *Journ.* 4. 181.), aber auch die Gefühlsempfindung der Zunge hängt von ihm vorzugsweise ab; denn die Quetschung oder Durchschneidung dieses Nerven bei Thieren bewirkt die heftigsten Schmerzen, wie Desmoulins sowohl, als ich beobachtet haben, dagegen der N. hypoglossus Bewegungsnerve ist. Siehe oben p. 637. In diesem Falle bleibt uns nichts anders übrig, als in dem Zungenast des N. trigeminus ausser den Gefühlsfasern auch die Fasern

für die Geschmäcke der Zunge juxtaponirt anzunehmen. Bei den Vögeln ist der Geschmacksnerve sogar ein Ast des Nervus glossopharyngeus, bei den Fröschen ein Ast des Nervus vagus. Auch beim Menschen sind die Schlundnerven ekelhafter, dem Geschmack verwandter Empfindungen fähig. Bei keinem Thiere ist ein besonderer Geschmacksnerve vorhanden, bei allen übrigen Sinnen ist ein besonderer Sinnesnerve da.

Nach der Durchschneidung des Stammes des Nervus trigeminus in der Schädelhöhle will MAGENDIE bemerkt haben, dass fast alle Sinnesfunctionen aufgehört haben. *Journ. de physiol. IV.* 302. Dass das Sehvermögen erloschen seyn sollte, schloss MAGENDIE daraus, dass das Thier das Licht der Lampe nicht bemerkte. Allein Kaninchen reagiren hiergegen oft nicht, ohne dass man den Nervus trigeminus darum zu zerschneiden braucht. Auch gesteht MAGENDIE selbst, dass beim Einfallen von Sonnenlicht in einen dunkeln Raum die Augenlieder des Thieres sich schlossen, und noch deutlicher bemerkte man diess, als das Licht durch eine Linse gesammelt ins Auge einfiel. MAGENDIE beweist nun durch Experimente an Thieren, was wir leider aus so vielen Erfahrungen an Menschen wissen, dass nach der Lähmung des N. opticus der N. trigeminus nicht das Licht empfinden kann; allein MAGENDIE meint, die Sensibilität des N. trigeminus sey wenigstens behülflich und nöthig für die volle Sehkraft des Nervus opticus. Bei einer solchen Idee kann ich mir nichts Richtiges und Klares vorstellen. MAGENDIE glaubte auch, dass der N. trigeminus zum Hören nöthig sey; allein seine Beweise sind hier eben so schwach. Wenn ein Thier nach Durchschneidung eines so ungeheuren Nerven, als der N. trigeminus ist, nicht sogleich noch für andere Reizversuche aufgelegt ist, so beweist diess nichts weiter, als eine sehr grosse vorausgegangene Verletzung. Wir wissen ja, dass nach Durchschneidung grosser Nervenstämme wie des N. opticus selbst schlimme Nervenzufälle entstanden sind. Nach meiner Ansicht hat der N. trigeminus durchaus keinen Einfluss weder auf das Sehen, noch das Hören und Riechen. Bei einem Epileptischen, der an einer Augenentzündung und Verdunkelung der Cornea rechter Seite litt, und bei dem das Sehen auf diesem Auge aufhörte, hernach auch die Augenlieder, Nase und Zunge rechts unempfindlich und das rechte Ohr taub wurden, das Zahnfleisch scorbutisch wurde, beobachtete SERRES eine Entartung der Portio major N. trigemini bis zur Pons Varolii. MAGENDIE *Journ. de physiol. V.* 233. Allein die Blindheit war eine Folge der Verdunkelung der Cornea. Alle übrigen Veränderungen der Sinne werden mit den Convulsionen der rechten Seite aus der Degeneration des Gehirns erklärbar. Die Consequenzen aus diesem Falle werden übrigens ganz durch einen andern Fall von Entartung des ganzen Stammes des N. trigeminus widerlegt, in welchem Unempfindlichkeit der ganzen linken Kopfseite, der Nase, Zunge, des Auges, bei vollem Sehvermögen stattfand. MUELLER's *Archiv für Anatomie und Physiologie.* 1834. p. 132.

In dem Vorhergehenden haben wir gezeigt, dass die Sinnes-

nerven selbstständig sind, und einander weder ersetzen noch unterstützen können. Wir werden nun einige speciellere Betrachtungen über die Kräfte der einzelnen Empfindungsnerven anstellen.

### I. Gefühlsnerven.

Die allgemeinst verbreitete Art der Empfindung ist das Gefühl. Dieser Sinn erstreckt sich über alle nervenreichen Theile des ganzen Körpers mit Ausnahme der eigenthümlichen Empfindungsnerven der höheren Sinne. Alle Gehirn- und Rückenmarksnerven mit Ausnahme des Sehnerven, Hörnerven, Geruchsnerven scheinen durch ihre sensibeln Fasern Gefühl zu haben, auch im N. sympathicus und den von ihm versehenen Eingeweiden findet diese Empfindung, obgleich viel schwächer, dunkler und undeutlicher, statt. Wir nennen die eigenthümliche Kraft der Empfindung in verschiedenen Sinnesnerven die Energie derselben. So sind die Energien des Gefühlssinnes die Tastgefühle, wodurch wir Form, Widerstand, Druck, Rauhigkeit, die Zusammenziehungskraft und Mattigkeit der Muskeln, Leichtigkeit, Schwere, theils durch die Grade des Eindrucks, theils durch die Ausdehnung desselben, theils und insbesondere die Leichtigkeit und Schwere an dem Grade der nöthigen Zusammenziehung unserer Muskeln empfinden. Die Energien des Gefühlssinnes sind ferner Lust und Schmerz mit den unendlich vielen Modificationen dieser Empfindungen, als Jucken, Kitzel, und die vielen Arten unangenehmer Gefühlsempfindungen. Die dritte Art der Empfindung des Gefühlssinnes ist die der Wärme und der Kälte, welche nicht immer von physicalischer Kälte und Wärme entsteht, sondern sehr häufig subjectiv ist.

Alle diese Empfindungen dreifacher Art sind in allen mit Nerven versehenen Theilen, mit Ausnahme der höheren Sinnesnerven, möglich; diese Empfindungen sind den Nerven selbst eigenthümlich, sie entstehen nur, sobald die Nerven auf irgend eine Art gereizt werden. Der Schmerz ist nichts Objectives, sondern nur die Empfindungsart unseres Sinnes; auch das Tastgefühl, denn wir fühlen eigentlich nicht die Körper selbst, sondern wir empfinden nur die Gefühle unserer Nerven, welche durch die Körper erregt werden, und wir urtheilen von der Gestalt und Grösse des Körpers aus der Grösse der fühlenden Hautfläche, welche beim Tasten thätig ist. Daher werden auch die Empfindungen des Gefühlssinnes eben so häufig aus inneren als äusseren Ursachen angeregt, und bei jeder innern Veränderung des Zustandes dieser Nerven finden verschiedene Gefühle von Wohl- und Krankseyn statt. Tastgefühl, Lust, Schmerz, Empfindung von Kraft, Schwäche, Kalt, Warm sind daher Eigenschaften dieses Sinnes selbst. Dass auch die Empfindungen von Kalt und Warm nicht von der äussern physicalischen Wärme allein abhängen, sondern nur dadurch erregt werden, beweist die subjective Empfindung von Kälte und Wärme, welche thermometrisch nicht messbar ist, wie denn überhaupt Gefühl von Wärme stattfindet, wenn die Gefühlsnerven irritirt sind, und das Umgekehrte im Gegentheil, so dass auch die physicalische Wärme die Gefühlsnerven nur an-

regt, Kälte aber sie deprimirt. Die Gefühlsempfindungen aus inneren Ursachen begleiten im ganzen Bereiche der gemischten Nerven auch ohne äussere Ursachen schwach und sanft die Ausübung der Functionen. Diess ist, was man Gemeingefühl, Coenaesthesis, genannt hat, womit sich mehrere Physiologen viel zu viel zu schaffen gemacht haben.

Die sensibeln Fasern sind in allen Rumpfnerven mit motorischen Fasern nach dem Bedürfniss der Theile begleitet, bald gemischt, bald in grösserer Masse einzeln vertheilt, wie im N. trigeminus. Diese Vermischung von Primitivfasern verschiedener Kräfte findet in den höheren Sinnen nicht statt. Die Sehnerven, Hörnerven, Geruchsnerven sind ganz selbstständig; nur in den Geschmacksnerven scheinen Fasern von allgemeiner Gefühlssensibilität und diejenigen für die Geschmacksempfindungen vereinigt zu seyn.

### II. Geschmacksnerven.

Der Geschmacksnerve und Gefühlsnerve der Zunge ist der Nervus lingualis, wie p. 756. bewiesen wurde. Die Geschmäcke scheinen verschiedene Zustände dieses Nerven zu seyn, denn sie entstehen oft auch aus inneren Ursachen subjectiv, und die Electricität erregt auch Geschmäcke ohne eigentliche schmeckbare Substanz. Gewöhnlich erklärt man zwar die durch Galvanismus erregten Geschmäcke durch Zersetzung der Speichelsalze, allein diese Erklärungsart scheint nicht ganz durchführbar. Pfaff (Gehler's *physic. Wörterb.* 4. 2. p. 736.) führt einen merkwürdigen Versuch von Volta an. Wenn man nämlich einen zinnernen Becher mit Seifenwasser, Kalkmilch, oder besser mit mässig starker Lauge anfüllt, den Becher mit der mit Wasser befeuchteten Hand fasst, und die Zungenspitze mit der Flüssigkeit in Berührung bringt, so entsteht im Augenblicke des Contacts ein saurer Geschmack, wobei Pfaff bemerkt, dass nach diesem Versuche nicht die durch Zersetzung des Kochsalzes des Speichels an dem positiven Metalle entbundene Säure, und das an dem negativen Pole freigewordene Alkali den Geschmack bei den galvanischen Versuchen erzeuge.

### III. Geruchsnerven.

Die Geruchsnerven scheinen bei allen inneren und äusseren Reizungen keine andere Empfindungen als Gerüche zu haben, und der Geruch ist nicht etwas äusseres, sondern eine dem Geruchsnerven allein eigene Qualität, welche durch die Reize, und durch die Art der Reize in bestimmter Art hervorgerufen wird.

Fürs erste sind die Geruchsnerven unfähig andere Gefühle zu haben; sie empfinden nicht Licht, Farbe, Ton, Gefühl, Schmerz. Dass sie keiner Schmerzensempfindungen fähig sind, hat Magendie bewiesen, denn die entblössten Geruchsnerven des Hundes zeigen sich beim Anstechen und Berühren mit flüssigen Ammonium als ganz unempfindlich für Gefühlseindruck, d. h. sie haben die Eigenschaften nicht, welche die Gefühlsnerven haben.

Ob die Geruchsnerven bei mechanischer Reizung einen Geruch empfinden, ist noch ungewiss, es ist nicht bekannt, dass Erschütterungen der Luft, welche bis zum Geruchsnerven gelangen, eine Geruchsempfindung erregen können. Dass aber die Electricität die Eigenschaft der Geruchsnerven erregt, zeigt die allgemein bekannte Erfahrung, dass die Entwickelung der Electricität von der Electrisirmaschine mit einem Phosphorgeruch verbunden ist. Auch Ritter will bei Anwendung des Galvanismus auf die Nase einen schwachen ammoniakalischen Geruch bemerkt haben, was indessen wohl leicht eine Gefühlsempfindung in der Nase seyn konnte.

Sonst sind die Gerüche aus inneren Ursachen bei nervösen Verstimmungen, die durch Sympathie auf die Geruchsnerven wirken, sehr häufig, wie die alltägliche Erfahrung zeigt. Denn wie oft behauptet jemand, besonders Kranke, etwas zu riechen, was andere nicht riechen, wie oft wird eine und dieselbe Substanz von den einen als angenehm empfunden, welche anderen unangenehm ist.

In Krankeiten des Gehirns finden zuweilen beständige Gerüche eigenthümlicher Art statt. Froriep's *Not. N.* 776.

Die Geruchsenergien der Thiere scheinen verschieden zu seyn. So sind die grasfressenden Thiere unempfindlich für Fleischgerüche, die fleischfressenden unempfindlich für die vegetabilischen Gerüche. A. v. Humboldt sagt: Sonderbar, dass ein so fein erregbares Organ wie die Hundsnase, von den Wohlgerüchen der Blumen gar nicht afficirt zu werden scheint, dahingegen eine Elephantennase so empfänglich dafür ist.

## IV. Sehnerven.

Dass die Markhaut des Auges und der Sehnerve durch das äussere Agens, das wir Licht nennen, nicht allein die Empfindung von Helligkeit und Farben habe, sondern dass bei jeder andern irgend möglichen innern oder äussern Reizung des Sehnervens und der Markhaut dieselben Empfindungen vorkommen, welche das äussere Licht hervorbringt, ist hier zu beweisen.

Schon Darwin (*Zoonomie*) und Elliot (*über die Sinne. Leipz.* 1785.) haben auf die sogenannten subjectiven Empfindungen von Licht und Farbe, letzterer besonders auf die Druckbilder aufmerksam gemacht, und Elliot hat es schon bestimmt ausgesprochen, dass die Empfindungen von Licht und Farbe dem Auge eigen sind und durch Reize erweckt werden. Newton (*quaest. opt.*) stellte sich die Action des Lichtes als Schwingungen vor, dass wir vermöge der Schwingungen, also der Impulse des Lichtes auf die Markhaut, sehen, und dass die verschiedenen Farben von der verschiedenen Geschwindigkeit der Schwingungen abhangen. Dieser Ansicht von der mechanischen Wirkung des Lichts, dessen eigentliche Natur wir nicht kennen, nähert sich die neuere Physik wieder sehr an. Wir müssen uns hüten, dass wir die Reaction des Sehnerven gegen den Lichtreiz mit der Natur des Lichtreizes nicht verwechseln, wie es gewöhnlich bei denen geschieht, die über diese Dinge nicht nachden-

ken. Das Qualitative der Licht- und Farbenempfindung entsteht nur durch das Auge, durch den Sehnerven selbst, dessen ihrem Wesen nach ungekannte Kräfte dem Bewusstseyn immer die Empfindung des gefärbten oder ungefärbten Lichtes vorführen, sobald ein mechanischer oder anderer Impuls auf diesen Nerven stattfindet. Mehrere Physiker haben die durch Druck, Electricität u. a. in dem Auge entstehenden Licht- und Farbenbilder von dem Freiwerden physicalischen Lichtes in dem Auge erklärt. Diess ist aber kein freies physicalisches Licht, was aus dem Auge ausströmte, und womit man andere Gegenstände beleuchten könnte, wie schon oben p. 89. gezeigt wurde, auch sind die Erzählungen von Ausströmen von Licht aus den Katzenaugen für fabelhaft zu erklären, und durch Täuschungen von reflectirtem Licht entstanden. Katzenaugen leuchten im Dunkeln nicht, und wer für diese Ideen aus Neigung eingenommen ist, den laden wir ganz einfach ein, wie wir gethan, eine Katze mit sich in einen absolut dunkeln Raum zu nehmen, um sich vom Gegentheil zu überzeugen.

Denkende Physiker haben öfter Anstand genommen, die durch mechanische und electrische Ursachen im Auge entstandenen Lichterscheinungen für objectives Licht zu halten. So sagt A. v. Humboldt bei Gelegenheit der galvanischen Lichterscheinung (*Ueber die gereizte Muskel- und Nervenfaser. T. 1. p. 313.*) „Für Mitwirkung des freien Lichtes bei diesem Galvanisiren haben wir also gar keinen Beweis. Jedes Organ giebt die Erscheinung, welche seiner Energie angemessen ist. Ein gereizter Sehnerve kann daher nicht fibröse Bewegung, sondern nur Lichtempfindung hervorbringen, er mag vom galvanischen Fluidum oder bloss mechanisch gereizt seyn. Ich besinne mich, selbst bei einer unvorsichtigen Bereitung der oxygenirten Salzsäure, wo meine Geruchsnerven bis zur Betäubung von Sauerstoff gereizt wurden, lange einen blitzähnlichen Schein vor den Augen gesehen zu haben. Meine Pupille veränderte sich eben so wenig als bei den unglücklichen Menschen, welche ein Druck aufs Hirn ganze Reihen von Lichtern sehen liess,“ und Anmerkung ebendaselbst: „Auch mannichfaltige innere Reize bringen bei verschlossenen Augen Licht- und Farbenerscheinungen hervor, deren Gesetze Herr Darwin mit unglaublichem Scharfsinn entdeckt hat. Blitze beim Erwachen und Aufschlagen der Augenlieder erklärt man aus einem electrischen Reiben der Augenwimpern, eine Erklärung, die wohl mehr künstlich als wahr ist.“

Eben so wie v. Humboldt, erklärt auch Pfaff diese Erscheinungen (Gehler's *phys. Wörterb. IV.* 2.), „indem überhaupt Reize von der verschiedensten Art, namentlich mancherlei mechanische, die auf das Auge einwirken, in dem Sehnerven die specifische Empfindung, durch welche er reagirt, Lichterscheinungen unter mancherlei Gestalten, als Blitze u. s. w., hervorbringen.“

In der neuern Zeit hat man durch die Bemühungen von Goethe (*Farbenlehre*), von Purkinje (*Beiträge zur Kenntniss des Sehens. Prag,* 1819.), von Hjort (*de functione retinae particula 2. Christianiae* 1830.) die grosse Menge der subjectiven Lichterschei-

nungen, d. h. der Lichterscheinungen aus anderen Ursachen, als dem äussern Lichte, besser kennen und würdigen gelernt. Diese Erscheinungen entstehen durch alle Reize, welche überhaupt auf den Sehnerven und die Markhaut zu wirken im Stande sind.

1) *Von mechanischem Druck, Stoss.* Hieher gehören die von Elliot und Purkinje beschriebenen Licht- und Farbenbilder, welche den gedrückten Stellen der Markhaut entsprechen. Die Zerrung des Sehnerven bei plötzlicher Wendung der Augen ist im Dunkeln mit Lichtsehen verbunden; und die Zerschneidung des Sehnerven bei der Exstirpatio oculi ist, wie mir mein Freund Tourtual aus eigener Erfahrung bei Anstellung dieser Operation mitgetheilt hat, mit dem Sehen von grossen Lichtmassen verbunden; während die Markhaut und der Sehnerve nach Magendie (*Journ. de physiol. IV.* 180.) keines Schmerzgefühles bei mechanischen Verletzungen fähig ist. Die unangenehme Empfindung im Augapfel nach dem Sehen in sehr helles Licht, scheint zwar auf den ersten Blick dafür zu sprechen, dass der Nervus opticus auch einiger Gefühlsempfindung fähig sey. Allein diese Empfindung kann auch reflectirt seyn und in den Ciliarnerven ihren Sitz haben.

2) *Von Electricität.* Hieher gehören die von Ritter (*Beiträge zur nähern Kenntniss des Galvanismus*), Purkinje und Hjort beschriebenen Phänomene.

3) *Von Einwirkung des Blutes.* Hieher gehören die Licht- und Farbenerscheinungen in der Congestion und Entzündung des Auges.

4) *Von Verstimmung des Nervensystems und der Centralorgane;* wohin die mannichfaltigsten subjectiven Licht- und Farbenerscheinungen, und leuchtende Phantasmen zu rechnen sind.

## V. Gehörnerven.

Die Energien des Gehörnerven sind die Tonempfindungen, welche aus den mannichfaltigsten inneren und äusseren Ursachen, am gewöhnlichsten aber durch mechanische Eindrücke, durch Schwingungen in ihm entstehen, die auf den Gefühlssinn nur Gefühlseindrücke hervorbringen. Die Ursachen sind also wieder:

1) *Mechanische,* wie die Schwingungen, heftige Erschütterung des Kopfes bei einem Schlage u. s. w.

2) *Electrische.* Volta empfand, als sich seine Ohren in der Kette einer Säule von 40 Plattenpaaren befanden, im Augenblicke der Schliessung eine Erschütterung im Kopfe, und einige Augenblicke nachher ein Zischen und stossweises Geräusch, wie, wenn eine zähe Materie kocht, welches die ganze Zeit der Schliessung fortdauerte. *Philos. Transact.* 1800. p. 427. Ritter empfand bei Schliessung der Kette, wenn beide Ohren sich darin befanden, einen Ton wie G der eingestrichenen Octave, oder $\bar{g}$; befand sich nur ein Ohr in der Kette, so war vom positiven Pol aus der Ton tiefer als $\bar{g}$, am negativen aber höher.

3) Die Wirkung des Blutes auf den Gehörnerven bei der

Congestion und Entzündung des innern Ohres bewirkt auch subjective Tonempfindungen.

4) Eben so erscheint das Ohrenklingen und Brausen in den mannichfaltigsten Formen bei fast allen allgemeinen Affectionen des Nervensystems, und bei den Affectionen der Centralorgane.

Da, wie wir sehen, die Electricität und der mechanische Impuls, in jedem Sinnesnerven andere Erscheinungen hervorbringen, so liegt die Ursache der verschiedenen Empfindungen offenbar in den Nerven selbst, oder in den Centraltheilen, zu welchen die verschiedenen Sinnesnerven hingehen. Welche von diesen beiden Annahmen die richtige ist, lässt sich jetzt noch nicht sicher entscheiden. Im ersten Falle sind sich die Conductoren gleich, die fortgepflanzten Oscillationen oder Strömungen des Nervenfluidums erzeugen erst das Qualitative einer Empfindung, Licht, Ton, Schmerz, Geschmack in den qualitativ verschiedenen Ursprungsstellen dieser Nerven im Gehirn; im zweiten Falle sind die Sinnesnerven nicht bloss gleichartige Conductoren, sondern ihre Reactionsart schon qualitativ verschieden, und in den Nerven selbst, nicht im Gehirn liegt die Ursache der Verschiedenheit der Empfindung einer und derselben Ursache, wie der Electricität von verschiedenen Nerven. Für die letztere Ansicht spricht einigermaassen der Umstand, dass, wenn auch dieselben Reize durch verschiedene Sinnesnerven verschiedene Empfindungen erregen, doch manche Reize nur auf einzelne Nerven zu wirken im Stande sind. So wirkt das äussere Licht nur auf den Sehnerven, und als erwärmend auf die Gefühlsnerven, nicht auf andere, und der Geruchsnerve scheint nicht durch andere Reize, als Riechstoffe und Electricität, zu Gerüchen bestimmt zu werden. Woraus man schliessen könnte, dass die Nerven als Excitatoren der verschiedenen Sinnescentra im Gehirn und Rückenmark auch selbst nicht blosse Leiter, sondern auch qualitativ verschieden sind, und an der Qualität der Empfindung Antheil haben.

## II. Capitel. Von den Eigenthümlichkeiten anderer Nerven.

### Augennerven.

Ob der N. oculomotorius, abducens und trochlearis ausser ihrer motorischen Kraft auch sensibel sind, ist noch unbekannt. Desmoulins behauptet, dass sie gezerrt, gequetscht keinen Schmerz verursachen. Allein die Entscheidung bei so kleinen Nerven ist schwierig unter vorausgegangenen starken Verletzungen zur Blosslegung dieser Nerven. Der N. oculomotorius versieht den Musculus levator palpebrae sup., den obern und untern graden Augenmuskel, den graden innern und den schiefen untern, und giebt durch den Nervenzweig des untern schiefen Augenmuskels die kurze Wurzel des Ganglion ciliare ab, während die lange Wurzel vom N. nasalis herkömmt, welche letztere auch einen Faden vom Plexus cavernosus des N. sympathicus erhält.

Eine besondere Betrachtung verdient der Einfluss des N. oculomotorius und nasociliaris auf die Iris. Desmoulins führt an,

dass nach den Erfahrungen von FOWLER, REINHOLD und NYSTEN der Galvanismus durch das dritte Paar Contraction der Iris bewirke. Dass der N. oculomotorius durch die kurze Wurzel des Ganglion ciliare die Bewegungen der Iris bestimmt, und dass die lange Wurzel vom N. nasociliaris trigemini hieran keinen Antheil hat, ist durch MAYO's schöne Untersuchungen erwiesen. *Anatomical and physiological commentaries. London* 1823. MAGENDIE *Journal de Phys. T.* 3. p. 248.

Folgendes sind die Resultate der Versuche an 13 lebenden Tauben angestellt, von denen wir aus MUCK (*De ganglio ophthalmico. Landish.* 1815.) wissen, dass sie zwei Wurzeln des Ganglion ciliare, eine vom N. oculo motorius, die andere vom N. trigeminus haben.

1) Die Durchschneidung des N. opticus in der Schädelhöhle bewirkt die Erweiterung der Pupille, die sich nicht mehr zusammenzieht, ohngeachtet des heftigen Lichtreizes. Auch MAGENDIE sah nach Durchschneidung des N. opticus bei Hunden und Katzen Erweiterung der Pupille, und Unbeweglichkeit der Iris. Dagegen bei Kaninchen und Meerschweinchen Unbeweglichkeit und Verengung.

2) Die Section des N. oculomotorius im Schädel einer lebenden Taube bewirkt denselben Erfolg; in beiden Fällen, sowohl nach der Durchschneidung des N. opticus als des N. oculomotorius, behält das Auge seine Sensibilität auf der Oberfläche.

3) Die Section des N. trigeminus in der Schädelhöhle bewirkt keine Veränderung in den Bewegungen der Iris, aber die Oberfläche des Auges verliert ihre Sensibilität (durch die Aeste des N. ophthalmicus, die sich in der Conjunctiva verbreiten).

4) Wenn man den N. opticus in der Schädelhöhle einer lebenden Taube, oder unmittelbar nach der Decapitation mechanisch reizt, zieht sich die Iris jedesmal mit Verkleinerung der Pupille zusammen. (Ist auch von FLOURENS gesehen.)

5) Wenn man den N. oculomotorius auf dieselbe Art zerrt, hat dasselbe statt.

6) Wenn man das fünfte Paar zerrt, erfolgt keine Veränderung der Pupille.

7) Wenn man die Sehnerven in der Schädelhöhle einer Taube unmittelbar nach der Decapitation durchschneidet, und den Theil der Sehnerven zerrt, der mit dem Auge verbunden ist, erfolgt keine Veränderung der Pupille; wenn man dagegen den Theil des Sehnerven zerrt, der mit dem Gehirn verbunden ist, so erfolgt Verengung der Pupille, eben so als wenn der Nervus opticus nicht durchschnitten wäre.

8) Die Section des fünften Paares bewirkte keine Modification in diesem Erfolge.

9) Nach der Section des dritten Paares im Gegentheil hat die Reizung des Nervus opticus, sey er noch ganz oder durchschnitten, gar keinen Einfluss auf die Pupille.

Aus diesen Versuchen kann man mit Sicherheit schliessen, dass der N. oculomotorius die motorische Kraft dem Ganglion ciliare und den Ciliarnerven ertheilt, dass der Lichtreiz nicht unmittelbar auf die Ciliarnerven wirkt, sondern dass die Irritation

der Netzhaut, des Schnervens auf das Gehirn wirkt, und vom Gehirn auf den N. oculomotorius und die kurze motorische Wurzel des Ganglion ciliare zurückwirkt. Diess geht auch aus der bekannten Erfahrung hervor, dass das amaurotische Auge, wo die Netzhaut gelähmt ist, die Beweglichkeit der Iris durch Lichtreiz auf das amaurotische Auge verloren hat, dass die Iris dieses Auges sich aber bewegt, wenn das Licht auf das andere gesunde Auge einfällt. Es folgt ferner aus MAYO's Versuchen, dass die allgemeine Sensibilität des Auges vom Nervus trigeminus abhängt, der durch Zweige des Nervus ophthalmicus die Sensibilität der Conjunctiva, durch die lange Wurzel des Ganglion ciliare die Sensibilität im innern Auge bewirkt. Die sympathischen Zweige beherrschen die Ernährung des Auges; wir haben schon gesehen wie der Nervus sympathicus durch seine Verbindung mit dem Ganglion ciliare Einfluss auf die Ernährung des Auges hat, und nach der Zerstörung des Ganglion cervicale supremum Augenentzündung mit Exsudation folgt. S. oben p. 648. Die Section des Nervus trigeminus hat bei den Kaninchen, Meerschweinchen, Hunden, Katzen nach MAGENDIE's Versuchen Unbeweglichkeit der Iris zur Folge; und die Pupille ist bei den Hunden und Katzen weit, eng bei den Kaninchen und Meerschweinchen. DESMOULINS *Anat. des syst. nerv. T.* 2. p. 712. Hier muss eine Rückwirkung auf das Gehirn stattfinden.

Ich werde mich jetzt mit der Art des Einflusses des N. oculomotorius auf die Bewegung der Iris beschäftigen, worüber ich mehrere eigenthümliche Beobachtungen gemacht habe. Der N. oculomotorius bewirkt häufig eine Contraction der Iris, sobald er willkührlich thätig oder unwillkührlich afficirt ist. Da der N. oculomotorius von den graden Augenmuskeln nur den Rectus externus nicht versieht, so kann man also bei willkührlicher Drehung des Auges nach aussen gewiss seyn, dass der N. oculomotorius nicht thätig ist; bei willkührlicher Drehung des Auges nach innen, dass der N. oculomotorius thätig ist. Man wird sich aber überzeugen, dass die Pupille bei gleicher Lichtintensität kleiner wird, sobald das eine Auge geschlossen ist und das andere ganz nach Innen gedreht wird, dass die Pupille grösser wird, sobald das Auge nach Aussen gedreht wird. Hieraus geht unwiderleglich hervor, dass bei jeder willkührlichen Bewegung des Auges, wobei der Zweig des N. oculomotorius zum innern graden Augenmuskel thätig, die Iris mit thätig ist, und dass sie unthätig, die Pupille weit wird, wenn der N. abducens wirkt.

Wird das eine Auge nach Aussen, das andere nach Innen gedreht, so bemerkt man keine auffallende Veränderung der Pupille, wegen der entgegengesetzten Bedingungen. Convergiren beide Augen stark, so ist die Verengung der Pupille am stärksten, mag man nun einen seitlichen nahen, oder einen geraden nahen Gegenstand betrachten; je mehr die Augen dagegen parallel stehen, und die Musculi recti interni, welche vom Nervus oculomotorius abhangen, unthätig werden, um so weiter wird die Pupille.

Durch den Zusammenhang der motorischen Wurzel des Ganglion ciliare mit dem N. oculomotorius kann man daher die Iris sympathisch willkührlich verändern, d. h. die Iris zieht sich von selbst zusammen, sobald die Willkühr auf den N. oculomotorius allein wirkt. Da man nun beim Sehen in der Nähe die Augenachsen convergirt, und die Augen mehr nach innen dreht, beim Sehen in die Ferne mehr von einander entfernt, so wird die Pupille beim Sehen in der Nähe viel enger, beim Sehen in die Ferne viel weiter. Die Bewegungen der Iris bei den Vögeln sind nicht gerade mehr willkührlich als die unseren; die Pupille der Vögel wird sehr eng, wenn man auf sie zugeht und sie in Leidenschaften setzt.

Ich werde nun zeigen, dass nicht allein der schon genannte Zweig des N. oculomotorius zum Musculus rectus internus diesen sympathischen Einfluss auf die Bewegung der Iris hat, sondern auch andere Zweige, namentlich der Zweig, der zum Obliquus inferior geht, dasselbe thun. Der Musculus obliquus inferior rollt das Auge so, dass die Pupille nach oben und einwärts steht. Macht man diese Bewegung willkührlich, so wird die Pupille sehr eng. Diese Bewegung des Auges wird von selbst unwillkührlich im Einschlafen, im Schlaf, in der Trunkenheit und in Nervenzufällen ausgeführt; daher findet man im Schlafe die Pupille eng.

Die im Schlafe verengerte Pupille kann sich übrigens durch die Reizung des Lichtes noch enger zusammenziehen, wie Hawkins bei Mayo aus Beobachtungen berichtet. Beim Erwachen wird die Pupille mit einigen unregelmässigen Contractionen wieder weiter.

Die vergleichende Anatomie bestätigt im Allgemeinen die physiologischen Resultate. Die Ciliarnerven bestehen constant aus Zweigen des N. oculomotorius und des N. nasalis; hiebei finden folgende Verschiedenheiten statt:

1) Zweige vom N. oculomotorius und nasalis verbinden sich als Wurzeln zum Ganglion ciliare. Die Ciliarnerven sind theils Zweige des Ganglion, theils des N. nasalis selbst. So ist es nach Muck's und Tiedemann's ausführlichen und genauen Untersuchungen beim Hund, Hasen, Ochsen, Schaf, Ziege, Hirsch, Reh, Schwein, Eule, Taube, Papagey, Gans, Truthahn, Kiebitz, (Schildkröte Bojanus).

2) Das Ganglion gehört zunächst der Wurzel des N. oculomotorius an, und die Ciliarnerven des Ganglions gehen zum Theil zum Auge, und verbinden sich zum Theil schlingenförmig mit den Ciliarnerven des N. nasalis, die auch zum Theil allein zum Auge gehen. So ist es bei der Katze, bei Falken, Reiher, Raben, Hahn, Ente, Mergus und Sterna. Ich halte diesen Fall bloss für eine Varietät des ersten.

3) Beim Kaninchen fand Muck gar keine Verbindung der Radix N. oculomotorii und des N. nasalis, sondern beide Nerven geben einzeln für sich die Ciliarnerven ab. Nach Retzius liegt das Ganglion fast in der Scheide des N. oculomotorius.

4) Desmoulins läugnet die Ciliarnerven des N. nasalis ganz beim Kaninchen, Meerschweinchen und der Wasserratte, so dass der

N. oculomotorius allein Ciliarnerven abgäbe. Diese Thiere, wie die Nager überhaupt, sollen auch kein Ganglion haben (?).

5) Es giebt kein Thier mit beweglicher Iris, welches nicht Ciliarnerven vom N. oculomotorius erhielte, und wo der N. nasalis allein Ciliarnerven abgäbe. Der N. oculomotorius bleibt immer ein Hauptnerve für die Ciliarnerven, so lange die Iris beweglich ist. Zwar hatten Muck und Tiedemann behauptet, beim Pferde finde weder ein Ganglion statt, noch gebe der N. oculomotorius Ciliarnerven ab, allein Retzius hat sowohl das ausserordentlich kleine Ganglion, als die Verbindung mit den zwei Wurzeln aufgefunden. *Isis* 1827. p. 997. So ist es auch wahrscheinlich ein Irrthum, wenn nach Muck beim Eichhörnchen der N. oculomotorius nichts zu den Ciliarnerven beitragen soll.

6) Bei den Fischen ist die Iris fast durchgängig ganz unbeweglich. Das Ganglion ciliare fehlt nach Desmoulins; er fand bei Muraena, Silurus, Squalus gar keine Ciliarnerven zum Auge (?). Bei den Fischen mit einer Glandula chorioidalis sollen Aeste vom N. ophthalmicus zum Auge treten; beim Rochen mit beweglicher Iris Aeste vom N. oculomotorius, und bei Pleuronectes, wo die Iris beweglich seyn soll, vom N. oculomotorius und ophthalmicus. Muck und Tiedemann fanden bei Salmo Hucho Ciliarnerven vom N. oculomotorius und nasalis, die sich zum Theil verbinden; beim Karpfen vom N. oculomotorius. Nach Schlemm's Untersuchungen und Mittheilungen an mich unterscheiden sich die Fische von den übrigen Thieren in Hinsicht der Ciliarnerven nicht. Er fand in der Regel die gewöhnlichen beiden Wurzeln. Bei den Vögeln, mit einer Nickhaut, giebt der N. abducens die Zweige der Muskeln der Nickhaut ab.

Einfluss des Gehirns auf die Augennerven. Desmoulins und Magendie berichten, dass nach Section der Pedunculi cerebelli ad pontem bei den Säugethieren das Auge der verletzten Seite vorwärts und abwärts, das Auge der andern Seite aufwärts und rückwärts gerichtet wird. Dasselbe Resultat fand sich nach der Section der Pons Varolii.

### Nervus trigeminus.

Von der sensibeln und motorischen Portion dieses Nerven ist schon in dem Abschnitte von den Empfindungs- und Bewegungsnerven ausführlich gehandelt und gezeigt worden, dass der erste und zweite Ast dieses Nerven bloss sensorielle Zweige abgeben, der dritte Ast aus beiden Portionen des Nerven gemischt, theils sensensorielle, theils motorische Aeste abgiebt, so dass unter die sensoriellen der Ramus alveolaris inferior, temporalis superficialis, lingualis, unter die motorischen der Ramus massetericus, buccinatorius, temporales profundi, pterygoideus, mylohyoideus gehören. Ueber die in dem Ramus lingualis wahrscheinlich enthaltenen doppelten Empfindungsfasern verschiedener Qualität für Gefühls- und Geschmacksempfindungen, ist auch schon p. 755. gehandelt worden.

Dieser wichtige Nerve, welcher die Empfindung am vordern und Seitentheil des Kopfes und im Kopftheil der Schleimhäute (Conjunctiva, Nasenschleimhaut, Mundschleimhaut) unterhält, und durch die Portio minor zugleich der Bewegungsnerve der Kaumuskeln ist, steht durch jeden seiner Hauptäste mit dem N. sympathicus in Verbindung, wodurch den Zweigen dieses Nerven wahrscheinlich organische Fasern eingewebt werden.

1) Die erste dieser Verbindungen ist die des N. nasociliaris mit dem Ganglion ciliare, welches einen Zweig vom N. sympathicus erhält. Beim Ochsen sieht man leicht, dass sich auch organische Fasern in den ersten Ast des Nervus trigeminus von demjenigen Theile des N. sympathicus einmischen, der sich mit dem N. abducens verbindet.

2) Die zweite ist die des zweiten Astes mit dem N. sympathicus, vermittelst des am zweiten Aste befindlichen Ganglion sphenopalatinum, grade da, wo der dem sympathischen System angehörende Ramus petrosus profundus n. vidiani vom carotischen Theile des N. sympathicus kommend, sich mit dem zweiten Aste des N. trigeminus verbindet. Beim Ochsen giebt der Ramus profundus n. vidiani, deutlich vom N. sympathicus kommend, sowohl Fasern zum Ganglion sphenopalatinum, als viele fortlaufende Fasern zu den Zweigen des zweiten Astes. Der Ramus superficialis n. vidiani, welcher vom zweiten Ast des N. trigeminus zum N. facialis geht, scheint ganz anderer Bedeutung zu seyn, als der vom N. sympathicus zum zweiten Aste des N. trigeminus gehende sogenannte Ramus profundus n. vidiani. Arnold hält den Ramus superficialis n. vidiani für einen wirklichen Abgang vom zweiten Aste des N. trigeminus, und eine Beimischung zum N. facialis. Der zweite Ast des N. trigeminus erhält übrigens noch von einer andern Seite organische Fasern. Nämlich wie ich beim Ochsen sah, giebt der mit dem N. abducens sich verbindende Theil des N. sympathicus ein ganz dickes Fascikel organischer Fasern, unterhalb des Ganglion Gasseri in den zweiten Ast des N. trigeminus. Bei den Vögeln findet eine Verbindung des N. sympathicus durch einen dem N. vidianus ähnlichen Nerven mit dem ersten Aste in der Orbita, statt mit dem zweiten Aste des N. trigeminus statt. Schlemm.

3) Die dritte Verbindung des N. sympathicus mit dem N. trigeminus ist die des dritten Astes durch das Ganglion oticum Arnoldi. Diess an der innern Seite des dritten Astes liegende, beim Menschen wie bei den Säugethieren vorkommende Ganglion ist von Arnold entdeckt worden. Arnold (*Ueber den Ohrknoten. Heidelb.* 1828. Vergl. Schlemm, Froriep's *Not.* 660. Mueller, Meckel's *Archiv.* 1832. p. 67. Hagenbach *disq. circa musc. auris internae adjectis animadversionibus de ganglio otico. Basil* 1833. Bendz *de anastomosi Jacobsonii et ganglio Arnoldi. Hafn.* 1833.) Es hängt mit dem Stamme des dritten Astes zusammen, und schickt organische Fasern zu den Zweigen des dritten Astes, beim Ochsen ganz deutlich ein Büschel von Fasern zum N. buccinatorius. Nach Bendz hängt dieser Knoten mit den vegetativen Nerven zusammen, welche von dem Ganglion cervicale supremum n. sym-

pathici die Carotis facialis, sofort die Art. maxillaris interna, und dann die Art. meningea media begleiten.

Von dem Ganglion gehen zwei Nerven zur Trommelhöhle, der eine gehört ihm selbst an, der andere scheint bloss von dem Ganglion zu kommen, und ist, wie Schlemm erst erwies, immer ein Zweig von dem N. pterygoideus internus. Dieser letztere Zweig ist der Bewegungsnerve des Musculus tensor tympani; beim Kalbe tritt er durch das Ganglion oticum durch. Der andere Nerve, N. petrosus superficialis minor Arnoldi, welcher vom Ganglion selbst entspringt, gehört zum sympathischen System; er dringt in einen eigenen Kanal des Felsenbeines, welcher vor und an der äussern Seite des Aditus canalis Fallopiae liegt, tritt durch diesen Kanal in die Trommelhöhle ein, und verbindet sich mit der Jacobsonschen Anastomose. Er giebt auch einen kleinen Ast zu dem Knie des N. facialis. Diese Anastomose, deren Hauptbogen auf dem Promontorium der Trommelhöhle liegt, verbindet den N. tympanicus ganglii otici mit dem Ramus carotico-tympanicus n. sympathici und dem Ramus tympanicus ganglii petrosi n. glossopharyngei zu einer Schlinge von organischen Nerven. Der Zweig vom N. glossopharyngeus scheint nicht von diesem Nerven zu kommen, sondern zu ihm hinzugehen, und an der Stelle des Ganglion petrosum ihm organische Fasern einzumischen.

Zu der Jacobsonschen Anastomose kommt noch ein anderer feinerer Zweig, nämlich der R. petrosus profundus minor n. vidiani, von Arnold entdeckt, sowohl von Bendz als von mir wiedergefunden. Dieser ganze Apparat von organischen Nervenfasern, der vom Ganglion oticum ausgeht, scheint dazu bestimmt, dem dritten Ast des N. trigeminus, dem siebenten und neunten Nerven, organische Fasern einzumischen, und die Trommelhöhle, namentlich die Schleimhaut mit organischen Fasern zu versehen. Dagegen scheint das Ganglion oticum in keiner Beziehung zum Gehör zu stehen. Man begreift nun bei der Menge der organischen Fasern, welche dem N. trigeminus eingewebt sind, warum die Durchschneidung des N. trigeminus in Magendie's Versuchen die vegetativen Functionen des Auges, des Zahnfleisches, der Zunge veränderte (siehe oben p. 638.); auch sieht man die Neigung der Schleimhäute des Auges, der Nase und der Trommelhöhle zu gleichzeitigen catarrhalischen Affectionen ein. S. oben p. 734.

Das Ganglion maxillare am Ramus lingualis des dritten Astes des N. trigeminus gleicht darin dem Ganglion ciliare, dass es von organischen Fasern und von Fäden des animalischen Nervensystems zusammengesetzt wird. Von vegetativer Seite geht zu diesem Knoten nach Haller's, Bock's, Arnold's Beobachtungen ein Faden vom Ganglion cervicale supr. n. sympathici, der mit der Gesichtsschlagader zum Ganglion maxillare gelangt. Von diesem Zweige und von der gangliösen Masse mögen die organischen Wirkungen des Ganglions auf die Absonderung des Speichels in der Glandula submaxillaris abhängen. Ausserdem geht zu dem Knoten nach Arnold ein Zweig der an dem N. lingualis angeschlossenen Chorda tympani, während die Fortsetzung derselben im N. lingualis bleibt. Da die Chorda tympani vom N. facialis kömmt, der ein motori-

scher Nerve ist, so mag von diesen Fäden die motorische Wirkung der aus dem Ganglion maxillare auf den beweglichen Ductus Whartonianus (siehe oben p. 457.) ausstrahlenden Fäden berrühren. Dann gehen nach ARNOLD auch noch einige Fäden vom N. lingualis selbst zum Ganglion maxillare ab, welche die Sensation in der Drüse und dem Ausführungsgange unterhalten mögen. So gleicht also dieser Knoten in Hinsicht seiner Wurzeln von dreifacher Bedeutung dem Ganglion ciliare. Das Ganglion maxillare giebt nach ARNOLD graue Fäden theils an die Drüse, theils an ihren Gang, theils aber auch an den N. lingualis ab. ARNOLD leitet hieraus die stärkere Ausscheidung des Speichels bei Reizungen der Geschmacksnerven ab; indessen kann diess Abgeben von organischen Fasern an den N. lingualis auch wohl nur ein Einmischen von vegetativen, zur peripherischen Verbreitung bestimmten, Fasern seyn.

Die vergleichende Anatomie des N. trigeminus ist freilich noch in manches Dunkel gehüllt, doch verhält sich dieser Nerve bei den höheren Thieren fast ganz so wie beim Menschen, sowohl in Hinsicht seiner Verbreitung als seiner physiologischen Eigenschaften. Er ist der Hauptgefühlsnerve des Gesichtes. So rühren nach RAPP (*die Verrichtungen des fünften Nervenpaares. Leipz.* 1832. 4.) die Empfindungsfasern der Bälge der Tasthaare der Thiere vom N. infraorbitalis her, während die Bewegung der Bälge durch den N. facialis versehen ist.

Wo das Tastgefühl bei den Thieren in der Schnauze eine grössere Rolle spielt, ist immer der N. infraorbitalis stärker, wie bei den mit einem Rüssel versehenen Thieren.

Die vergleichende Anatomie zeigt uns bei den niederen Wirbelthieren mehrere Eigenthümlichkeiten des Nervus trigeminus. DESMOULINS hat bemerkt, dass bei den Fischen, deren Kopf fast ganz mit harter Bedeckung begleitet ist, wie bei Trigla, wo also das Gefühl in demselben Grade vermindert ist, die Zweige des N. trigeminus ausserordentlich klein sind, und sich meist nur in den Muskeln der Kiefern und des Zungenbeins verzweigen. Bei den niederen Wirbelthieren dehnt sich sonst der Bereich des N. trigeminus über einen grössern Theil der Körperoberfläche aus, als bei den höheren Thieren. Bei den Zitterrochen wird der vordere Theil des electrischen Organes auch von einem Aste des N. trigeminus versehen, während die Hauptnerven dieser Organe Aeste des Nervus vagus sind. Bei den Rochen geht ein Ast des Nervus trigeminus zu der Ausstrahlung der Schleimröhren unter der Haut. Bei den Batrachiern sind die motorischen Aeste nach DESMOULINS (2. 751.) nicht allein auf die Kaumuskeln beschränkt, sie gehen auch zu den Muskeln der Stimmritze. Bei dem Karpfen erhält der letzte Hirnnerve, welcher zu den Muskeln der Brustflosse geht, nach WEBER's Untersuchungen auch einen Antheil vom N. trigeminus. WEBER MECKEL's *Archiv* 1827. p. 313.

E. H. WEBER hat die Entdeckung gemacht, dass mehrere Fische neben dem gewöhnlichen N. lateralis, der ein Ast des N. vagus, an der Seite des Fisches oberflächlich in den Rumpfmuskeln

bis zum Schwanz verläuft, auch noch einen anderen Längenerven vom N. trigeminus haben. Dahin gehören der Wels und die Aalraupe. Weber *de aure et auditu Lips.* 1820. Meckel's *Archiv* 1827. p. 304. Dieser N. lateralis trigemini verbindet sich auf das innigste mit den Spinalnerven, was der N. lateralis vagi nicht thut. Bei den Fischen sind der N. vagus und trigeminus gemeiniglich die stärksten Nerven des Gehirns, ihre Entwickelung entspricht der Stärke der Anschwellungen des verlängerten Markes, wo sich am Ursprunge des N. vagus oft ein eigener Hirnlappen entwickelt; der N. trigeminus entspringt beim Karpfen von einer vordern unpaaren, beim Wels von einer seitlichen Anschwellung des kleinen Gehirns, wie Weber fand.

### Nervus facialis.

Wenngleich der N. facialis einen gewissen Antheil sensibler Fasern enthält (siehe oben p. 643.), so ist er doch der Hauptbewegungsnerve des Gesichtes. Sein Bereich ist der ganze Umfang der Gesichtsmuskeln, der Ohrmuskeln bis zum Musculus occipitalis, und ausserdem beherrscht er noch einige andere Muskeln, den Musculus biventer maxillae inf. (den hintern Bauch, der vordere ist vom N. mylohyoideus versehen), den Musculus stilohyoideus und den Hautmuskel des Halses. Er ist daher auch der physiognomische Nerve und zugleich der Athemnerve des Gesichtes, insofern er bei allen verstärkten oder angestrengten Athembewegungen, besonders bei geschwächten Menschen mitafficirt ist. Siehe oben p. 332. In dem Grade, als bei den Thieren die Gesichtsmuskeln und der physiognomische leidenschaftliche Ausdruck abnehmen, wird auch dieser Nerve kleiner. Bei den Thieren mit beweglichem Rüssel ist der N. facialis sehr stark, und beim Elephanten der Ast des N. facialis zum Rüssel so stark, wie der N. ischiadicus des Menschen, während die Aeste vom fünften Paare an das tastende Endstück des Rüssels gehen. Die beweglichen Barthaare der Thiere erhalten die Nervenfäden ihrer Muskeln von dem N. facialis, während das Gefühl der Haarbälge von dem N. infraorbitalis abhängt. Bell *expos. du syst. nat. des nerfs.* p. 55. Vergl. Rapp a. a. O. Bei den Vögeln hat der N. facialis als physiognomischer Nerve aufgehört. Nur bei mehreren Vögeln mit beweglichen Ohrfedern, und zur Aufrichtung der Halsfedern durch den Halsmuskel ist er physiognomisch noch von Bedeutung, und der Weg zum Ausdrucke der Leidenschaften; sonst verbreitet er sich nur mehr in den Muskeln, die er beim Menschen ausser den Gesichtsmuskeln versieht, den Muskeln, welche die Kinnlade abziehen und das Zungenbein erheben, und im Hautmuskel des Halses. Bewegungsnerve ist er immer noch, so weit er da ist, und es ist wohl ein Missverständniss, wenn Treviranus an diesem Nerven zeigen zu können glaubt, dass ein Nerve seine Function verändern könne, indem seine Bewegungsfunction bei den Vögeln fast ganz aufhöre. Vielmehr ist er bei den Vögeln, wie bei den Menschen, immer noch eigentlicher Muskelnerve. Bei den Schild-

kröten gleicht seine Verbreitung derjenigen der Vögel. Bei den Fischen fehlt der N. facialis.

Die beim Menschen und den Säugethieren vorkommende Verbindung des N. facialis und des N. lingualis durch die durch die Trommelhöhle durchtretende Chorda tympani ist völlig räthselhaft. Cloquet und Hirzel behaupten, dass der N. petrosus superficialis n. vidiani, welcher vom zweiten Aste des N. trigeminus zum Knie des N. facialis geht, sich bloss an den N. facialis anlege, in dessen Scheide liegend, und als Chorda tympani von ihm wieder abtrete, um zum N. lingualis zu gelangen. Nach Arnold's Untersuchungen ist diese Behauptung indess ungegründet, indem es ohne gewaltsame Trennung nicht möglich ist, eine solche Anordnung zu erhalten. Nach Varrentrapp (*observ. anat. de parte cephalica n. symp. Francof.* 1831.), verläuft der N. petrosus superficialis, nachdem er zum N. facialis getreten, nicht neben ihm, sondern er geht zum Theil in ihn über, so zwar, dass nur ein Theil über das Knie des N. facialis weggeht, ohne sich fest zu verbinden. Dieser Fortsatz wäre nach Varrentrapp schon als Chorda tympani zu betrachten. Der Stamm der Chorda tympani lässt sich nach Varrentrapp am N. lingualis bis in die Nähe des Ganglion maxillare verfolgen, wo er sich in zwei Zweige theilt, wovon der eine in das Ganglion maxillare übergeht, der andere in dem N. lingualis weiter hingeht. Nach Arnold (*Kopftheil des vegetat. Nervensystems. Heidelb.* 1831. p. 119.) verläuft die Chorda tympani in der Scheide des N. lingualis, geht sehr häufig mit demselben sogleich Verbindungen ein, und theilt sich endlich in zwei Fäden, einen schwächern, der sich in das Ganglion maxillare einsenkt, und einen stärkern, der sich in dem N. lingualis verliert. Da die Zweige des Ganglion maxillare sich nicht bloss in der Glandula submaxillaris, sondern auch auf ihrem Ausführungsgange verbreiten, wie Arnold sah, so ist es nach meiner Meinung für jetzt am meisten gerechtfertigt, die Bewegung des Ausführungsganges (siehe oben p. 457.) von diesen von dem motorischen N. facialis kommenden Nervenfäden der Chorda tympani abzuleiten. Eine mir nicht wahrscheinliche Erklärung dieser Verbindung hat Arnold (a. a. O. p. 183.) gegeben. Im Allgemeinen hat Arnold selbst schon auf die Beziehung des Ganglion maxillare auf die Bewegungen des Ductus Whartonianus aufmerksam gemacht.

### Nervus glossopharyngeus.

Ueber die Stellung des N. glossopharyngeus im System der Nerven ist schon im dritten Abschnitt p. 639. gehandelt worden. Es gehört dieser Nerve unter die gemischten, welche sensorielle und motorische Fasern enthalten. Diess ergiebt sich theils aus dem von mir an einem Theil der Wurzel des N. glossopharyngeus entdeckten Ganglion (siehe oben p. 589.), theils aus seiner Verbreitung in empfindlichen Theilen, am hintern Theil des Zungenrückens, in den Papillae vallatae, und in den Mandeln und in

beweglichen Theilen, im Schlunde. Vergl. p. 639. Ob dieser Nerve auch dem Geschmack bestimmte Fasern enthält, ist noch zweifelhaft. Der Umstand, dass der Nervus gustatorius der Vögel und einiger Amphibien ein Ast des Nervus glossopharyngeus zu seyn scheint, spricht dafür. Beim Frosch ist sogar der N. gustatorius ein Ast des N. vagus. Wir wissen überhaupt nicht, wie weit sich der Geschmack ausdehnt. Die Empfindungen des Ekels, welche im Schlunde vorzüglich ihren Sitz haben, haben viele Aehnlichkeit mit Geschmacksempfindungen; von ihnen ist es auch wieder zweifelhaft, ob sie in dem Schlundaste des N. vagus oder des N. glossopharyngeus entstehen.

Der Ramus tympanicus des N. glossopharyngeus muss wahrscheinlich als ein vom N. sympathicus zum N. glossopharyngeus gehender Ast betrachtet werden, wie oben p. 592. 768. gezeigt wurde. Von dieser Verbindung in der Trommelhöhle oder der Jacobson-schen Anastomose, und der Verbindung mit dem Ganglion oticum ist schon oben p. 768. gehandelt. Ueber analoge Nerven bei Vögeln siehe Weber *anat. comp. n. symp.* p. 26. 38. Breschet in Mueller's *Archiv für Anat. und Physiol.* 1834. p. 16. Der N. glossopharyngeus der Vögel verbindet sich durch einen Ast mit dem N. vagus, und verbreitet sich zuletzt in der Zunge, deren Geschmacksnerve er nach Weber ist, und mit einem zweiten Aste theils am obern Kehlkopf, theils herabsteigend an der Speiseröhre. Bischoff beschreibt auch bei Iguana einen zur Zunge gehenden N. glossopharyngeus. Bei den Fischen hat man einen vordern Ast des N. vagus, der beim Karpfen, wie die übrigen Kiemenäste des N. vagus mit einem Ganglion versehen ist, aber durch ein besonderes Schädelloch durchgeht, und sich im ersten Kiemenbogen, aber auch auf der Zunge bis zur Haut in der Nähe der Mundöffnung verzweigt, Nervus glossopharyngeus genannt. Man sieht deutlich aus diesen Varietäten, wie auch aus dem Mangel des N. accessorius bei den Fischen, dass der N. vagus, glossopharyngeus und accessorius nur ein gemeinsames System bilden, dessen Zertheilung in den Thierklassen sehr variiren kann.

### Nervus vagus.

Dieser gemischte Nerve, der seinen motorischen Einfluss vielleicht und ziemlich wahrscheinlich von seiner Verbindung mit dem innern Aste des N. accessorius erhält (siehe oben p. 639.), verbreitet sich constant in den Stimm- und Athemwerkzeugen, dem Schlunde und dem Magen. Sein sensorieller Einfluss erstreckt sich über alle diese Theile; durch einen durch das Felsenbein gehenden Ramus auricularis dehnt sich sein sensorieller Einfluss auch selbst noch auf das äussere Ohr aus, ja durch die Verbindung des Ramus auricularis N. vagi mit dem N. facialiss innerhalb des Felsenbeines ertheilt er dem N. facialis wahrscheinlich seine Empfindlichkeit. S. p. 644. Von dem N. vagus sind die Empfindungen des Hungers und der Sättigung, und die mannichfaltigen Gefühle,

welche das gesunde und kranke Athmen begleiten, abhängig. Nach BRACHET soll die Empfindung des Hungers nach Durchschneidung dieses Nerven aufhören. *Recherches sur les fonctions du syst. ganglionaire. Paris* 1830. p. 179. Bei einem Kinde mit doppeltem Kopfe und Brust und einfachem Unterleib, war der eine Theil nicht gesättigt, wenn der andere getrunken hatte, wahrscheinlich, weil der Magen doppelt war. Ebend. p. 183. Die zugleich motorischen Aeste des N. vagus sind der N. pharyngeus und die N. laryngei.

Durch die Durchschneidung des N. laryngeus inferior, oder des N. vagus am Halse auf beiden Seiten wird die Bewegung der kleinen Kehlkopfmuskeln unvollkommen gelähmt; die Stimme verschwindet, aber sie erscheint nach einigen Tagen wieder, weil der N. laryngeus superior seinen Einfluss noch ausübt. Dass der N. laryngeus superior sich bloss in den Muskeln verbreite, welche die Stimmritze verengern, der N. laryngeus inferior in denen, welche die Stimmritze erweitern, wie MAGENDIE behauptet, hat sich nach SCHLEMM's Untersuchungen nicht bestätigt. Auf den Magen hat der N. vagus keinen motorischen Einfluss; und man kann durch Galvanisiren und mechanische Reizung desselben am Halse keine Bewegungen des Magens hervorbringen, wie die Versuche von MAGENDIE, MAYO und mir beweisen. Siehe oben p. 489. Der N. vagus enthält viele organische Fasern vom N. sympathicus, welche theils den Stamm, theils die Aeste desselben vom N. sympathicus aufnehmen. Von diesen Einmischungen rührt wahrscheinlich der organisch-chemische Einfluss dieses Nerven her.

Der chemische Process der Respiration und der Schleimabsonderung in den Lungen hängt zum Theil von diesem Nerven ab; wenigstens entstehen nach Durchschneidung des N. vagus am Halse Blutaustretungen in den Lungen, und wenn auch der chemische Process der Respiration anfangs nicht wesentlich gestört wird, so sterben doch die Thiere innerhalb einiger Tage, und Vögel leben höchstens bis zum 5.—8. Tage. Siehe oben p. 337. Auch die Absonderung des Magensaftes wird von den organischen Wirkungen des N. vagus beherrscht. Nach Durchschneidung des N. vagus am Halse wird die Absonderung des Magensaftes zwar nicht ganz aufgehoben, aber vermindert (siehe oben p. 531.), und eben so ist es mit der Verdauung, die bei länger lebenden Vögeln ganz evident, aber viel langsamer vollbracht wird. Dass die vom N. vagus abhängigen chemischen Processe in den Lungen und im Magen nach der Durchschneidung dieses Nerven am Halse auf beiden Seiten nicht sogleich und ganz aufhören, erklärt sich hinreichend daraus, dass der N. vagus seine organischen Fasern nicht bloss in seinem obern Stamme enthält, sondern dass auch der untere Theil desselben noch viele Verbindungen mit dem N. sympathicus eingeht, welche durch die Durchschneidung des N. vagus am Halse nicht gelähmt werden können.

Die Schleimabsonderung in den Athemorganen scheint überall unter der Einwirkung der dem N. vagus beigemischten organischen Fasern zu geschehen, und daher nimmt wahrscheinlich

auch der N. laryngeus inferior bei seiner Umbiegung nach aufwärts so bedeutende Verbindungen von dem N. sympathicus auf.

Nach Durchschneidung des N. vagus auf beiden Seiten ist die Aufsaugung der Flüssigkeiten oder ihnen beigemischter fremdartiger Stoffe, Gifte etc. im Magen nicht aufgehoben. Die von Dupuy und Brachet angestellten Versuche, nach denen die Aufsaugung der Gifte im Magen nach jener Operation aufgehoben seyn soll, sind offenbar nicht richtig, und werden durch die von mir und Anderen angestellten Versuche vollkommen widerlegt, nach welchen diese Operation nicht im geringsten den Erfolg verändert. Siehe oben p. 234. Die Durchschneidung des N. vagus auf beiden Seiten des Halses tödtet zwar in den nächsten Tagen, indessen ist diese Operation nicht tödtlich, wenn sie bloss auf einer Seite vorgenommen, oder wenn sie auf der andern nach so grosser Zwischenzeit angestellt wird, dass der erst durchschnittene Nerve wieder vollständig verheilt ist. Siehe oben p. 381.

In vergleichend anatomischer und physiologischer Hinsicht bietet der N. vagus viele Merkwürdigkeiten dar.

1) Bei den Vögeln und beschuppten Amphibien (Crocodil), wo der N. accessorius mit dem Stamme des N. vagus verschmilzt, giebt der N. vagus auch einen Ast oder mehrere Aeste zu den Halsmuskeln. Bischoff, *n. accessorii anatomia et physiologia. Heidelb.* 1832. p. 41. 45.

2) Bei den Fröschen geht aus dem Ganglion n. vagi ein Ast zu den Kiefermuskeln, Weber *anat. comp. n. symp.* 44.

3) Bei den Fröschen giebt der N. vagus auch einen Ramus lingualis, welcher wahrscheinlich den sensoriellen Ramus lingualis n. trigemini ersetzt; während der gewöhnliche motorische Ast vom N. hypoglossus vorhanden ist. Weber. Auch bei den Schlangen und Crocodilen ist der Ramus lingualis n. vagi nach Weber und Bischoff vorhanden. Der Letztere beschreibt auch einen Ast des N. vagus beim Crocodil zu den Muskeln des Zungenbeines, a. a. O. p. 45.

4) Der N. recurrens kömmt noch bei den Säugethieren, Vögeln und Amphibien vor.

Bei den Batrachiern erhält der Kehlkopf nach Desmoulins einen Ast des N. trigeminus; allein Weber hat gezeigt, dass ein Ast des N. vagus einen zurücklaufenden Zweig zum Kehlkopfe giebt. *Anat. n. sympath.* p. 46. Der Kehlkopf der Vögel erhält einen Ast vom neunten Nerven, die Luftröhre und der untere Kehlkopf der Vögel erhalten Zweige vom N. vagus, aber die langen Muskeln, welche bei vielen Vögeln die Luftröhre verkürzen, erhalten Zweige von einem besondern Ramus descendens n. hypoglossi. Siehe oben p. 330.

5) Bei den Fischen giebt der Nervus vagus die Kiemennerven, einen Ramus intestinalis für Schlund und Magen, bei dem Zitterrochen und dem Zitterwels auch die Nerven des electrischen Organes (siehe oben p. 64.), beim Karpfen auch den Zahnnerven für die Gaumenknochenzähne, und bei allen Fischen den N. lateralis.

Beim Karpfen erhält der N. vagus nach Bischoff auch eine Wurzel vom N. trigeminus.

Der N. vagus der Fische vermehrt seine Substanz offenbar in dem Ganglion desselben, so dass die Aeste zusammen vielmal dicker sind als die Wurzeln, ja sogar einzelne Aeste stärker als die Wurzeln sind. In dem Ganglion scheinen die Primitivfasern der Wurzeln durch Theilung und Multiplication die Substanzvermehrung zu bilden, so dass viele Primitivfasern der Aeste durch eine Primitivfaser der Wurzel vertreten sind. Beim Zander und beim Wels bilden alle Aeste zusammen ein Ganglion, beim Karpfen nur die Kiemennerven einzelne Ganglien, wobei sich die Substanz vermehrt. Weber *anat. comp. n. symp.* p. 62. p. 66. Meckel's *Archiv* 1827. *Tab. IV. Fig.* 25. 26.

6. Einer der merkwürdigsten Aeste des N. vagus bei den Fischen ist der Nerve der Seitenlinie, welcher zwischen den Muskeln nicht fern von der Haut bis zum Schwanze hingeht, und Zweige den Muskeln (?) und der Haut giebt. Desmoulins behauptet, dass dieser Nerve nicht wohl sensibel sey. Allein er ist sicher nicht motorisch, wenn er sich in Muskeln auch verzweigt; denn mit einer Batterie von 40 Plattenpaaren konnte ich beim Karpfen durch Galvanisiren des Nerven selbst keine Zuckungen in den Muskeln erregen. Van Deen hat diesen Nerven auch bei den Froschlarven, und als einen bleibenden Nerven beim Proteus anguinus entdeckt. Mueller's *Archiv für Anatomie und Physiologie* 1834. p. 477.

7) Sehr merkwürdig sind die Aeste des N. vagus zu dem contractilen Gaumenorgan der Cyprinen. Siehe Meckel's *Archiv* 1827. 309. Weber hat zuerst entdeckt, dass diess Organ eine höchst merkwürdige Contractilität besitzt; denn wenn man dasselbe mit einem spitzigen Körper sticht oder drückt, so erhebt sich die gereizte Stelle sogleich in Gestalt eines kegelförmigen Hügels, dessen Spitze der gereizte Punkt ist, bleibt einige Secunden erhoben und senkt sich hierauf wieder; dabei sieht man keine Veränderung der Farbe, die auf ein Zuströmen von Blut deuten könnte. Ich halte diess Organ nicht für ein Geschmacksorgan, sondern für einen ganz eigenthümlichen contractilen Schlingapparat. Ich habe bemerkt, dass das Organ sich in jeder Richtung zusammenziehen kann, und dass überall kegelförmige, lineare oder breite Erhebungen folgen, je nachdem man mit einem spitzen Körper aufdrückt oder Striche macht, oder mehr auf die ganze Fläche zugleich wirkt. Wenn ich die Pole einer Säule von 40 Plattenpaaren auf das Organ anwandte, entstanden die heftigsten Zuckungen, und die Richtung der Bewegung wurde immer durch den Strom bestimmt; das Organ kann ganz zu einem Klumpen in der Mitte anschwellen (und so wirkt es wahrscheinlich beim Schlingen) oder in jeder Richtung Zusammenziehungen bewirken, die auch sogleich erfolgen, wenn man das Organ ausdehnt. Im letzten Fall erfolgt die Zuckung in der Richtung der Ausdehnung. Ob diess Organ willkührlich beweglich ist, ist nicht auszumitteln; auf das Galvanometer wirkt es nicht. Deutliche Fasern enthält es nicht; das Contractile an dem Organe ist nur die $1\frac{1}{2}$ Linien dicke Oberfläche, in der Tiefe liegt eine fettige Unterlage, welche nicht contractil ist.

Kein Theil eines Thieres hat so viel Nerven, als dieses Organ, sie kommen sämmtlich vom N. vagus. Galvanismus auf die Nerven angewandt wirkt, aber keine kegelförmige Erhebung, sondern ausgebreitete Zuckung.

8) E. H. Weber hat darauf aufmerksam gemacht, dass der N. vagus in einem Wechselverhältniss zu dem N. sympathicus steht. Bei den Schlangen ist z. B. der N. sympathicus ausserordentlich wenig entwickelt, dagegen der Ramus intestinalis Nervi vagi um so stärker; bei den Fröschen ist es umgekehrt. Auch bei den Fischen sind die Intestinaläste des Nervus vagus sehr stark.

### Nervus accessorius Willisii.

Ueber das Verhältniss dieses Nerven zum N. vagus, in Beziehung auf die motorische Eigenschaft des N. vagus, ist schon oben p. 639. gehandelt worden. Dieser Nerve kömmt nur bei den Säugethieren, Vögeln und Amphibien, nicht bei den Fischen vor. Bei den Vögeln und Amphibien verhält er sich fast als eine Wurzel des N. vagus, indem er ganz in denselben übergeht, der hinwieder einen Ast in die Halsmuskeln abgiebt, welcher dem N. accessorius der Säugethiere zu entsprechen scheint. Siehe das Nähere in Bischoff *nervi accessorii Willisii anatomia et physiologia. Heidelb.* 1832. Der Bereich des N. accessorius der Säugethiere, so weit er sich nicht mit dem N. vagus verbindet, ist der Musculus sternocleidomastoideus und cucullaris. Die Ursache des sonderbaren Ursprungs und Verlaufs dieses Nerven kennt man nicht.

### Nervus hypoglossus.

Die Stelle dieses im Wesentlichen motorischen, aber zugleich mit empfindlichen Fasern begabten Nerven im System, welcher in einigen Säugethieren nach Mayer's Entdeckung selbst eine feine hintere, mit einem Ganglion versehene Wurzel hat, ist schon im dritten Abschnitt p. 644. bestimmt worden. Er ist der motorische Nerve der Zunge, bei allen Bewegungen dieses Organes zum Sprechen, Käuen, Schlingen u. s. w. Die Zerrung desselben bei Thieren bewirkt heftige Zuckungen der Zunge. Er ist aber auch der Bewegungsnerve der grossen Muskeln des Kehlkopfes und Zungenbeines, des Musculus geniohyoideus, hyothyreoideus, omohyoideus, sternothyreoideus, sternohyoideus.

Folgende, von Montault in der Academie de Médecine vorgetragene Beobachtung ist für die Physiologie des N. hypoglossus von Wichtigkeit. Nach einem Fall auf das Genick entstanden Spannung und Zittern der Muskeln des Halses, heftige Schmerzen an der linken Seite des Kopfes und Halses und beschwerliches Sprechen. Die Zunge wurde allmählig verkleinert, vorzüglich an der linken Seite atrophisch, und beim Ausstrecken nach der rechten Seite hingezogen. Der Geschmack war auf beiden

Seiten der Zunge vorhanden. Später entstand eine kleine Geschwulst hinter dem Zitzenfortsatz, das Schlucken wurde beschwerlich, Schluchzen, Aphonie und Erbrechen kamen hinzu, zuletzt epileptische Anfälle. Bei der Section fand sich zwischen der linken Hinterhauptsgrube, der linken Hemisphäre des kleinen Gehirns und der Medulla oblongata eine hydatidöse Geschwulst, worin eine Menge Hydatiden. Diese Cyste hob die linke Hemisphäre des kleinen Gehirns auf, und drängte die Medulla oblongata etwas nach rechts; sie drang, innerhalb der Arachnoidea gelegen, einige Linien tief in den Rückgratskanal, und war zugleich in das Foramen condyloideum anterius eingesenkt. Von der Basis der Cyste ging eine Verlängerung durch die vordere Portion des Foramen lacerum sinistrum nach Aussen unter das obere Ende des Musculus complexus und sternocleidomastoideus. Innerhalb der Schädelhöhle waren die betheiligten Nerven gesund, vom Austritt aus dem Cranium an war der linke Hypoglossus atrophisch bis zur Zunge, auch der N. glossopharyngeus, nicht aber der Vagus und Accessorius. Die Muskeln der Zunge und des Gaumensegels auf der linken Seite, und das linke Stimmband wurden atrophisch gefunden. Dieser Fall zeigt, dass der N. lingualis Geschmacksnerve der Zunge ist, und dass die Lähmung und Atrophie der Zunge von der Atrophie des N. glossopharyngeus und hypoglossus abhing. Er war von Dupuytren richtig diagnosticirt worden, welcher voraussagte, dass der N. hypoglossus, und zwar von seinem Austritt aus der Schädelhöhle an, krankhaft verändert sey, weil bei einem Leiden dieses Nerven an seinem Ursprunge, Paralyse der Gliedmassen vorhanden seyn musste. Mueller's *Archiv für Anatomie und Physiol.* 1834. p. 130.

Bei den Vögeln verbreitet sich der N. hypoglossus, nachdem er sich durch einen Zweig mit dem N. vagus verbunden, hauptsächlich mit zwei Aesten, mit dem einen in den Zungenbeinmuskeln, mit dem andern an der Seite der Speiseröhre. Weber *anat. comp. n. symp.* p. 40. Wir haben auch beim Truthahn einen langen herabsteigenden Zweig an dem langen Muskel beobachtet, welcher die Luftröhre verkürzt. Siehe oben p. 330. Bei den Fröschen geht der N. hypoglossus mit dem Zungenaste des N. vagus zur Zunge (Weber l. c. p. 45.). Zu den Muskeln der Zunge haben auch Bojanus und Bischoff, jener bei der Schildkröte, dieser bei einer Iguana, den N. hypoglossus treten gesehen. Bei den Fischen fehlt der N. hypoglossus, statt dessen findet sich bei dem Wels und dem Karpfen nach Weber's Beobachtung ein eigener Nerve, der mit drei Wurzeln, einer hintern gangliösen entspringt und durch ein besonderes Schädelloch durchgehend, zu den Muskeln der Brustflosse geht. Beim Karpfen verbindet sich die gangliöse Wurzel mit einer Wurzel vom N. trigeminus. Vergl. Bischoff a. a. O. p. 49.

Bedenkt man, dass der N. spinalis primus des Menschen zuweilen nur eine vordere Wurzel hat, dass der N. hypoglossus des Menschen nur eine vordere, bei einigen Säugethieren aber zugleich eine hintere Wurzel hat, so tritt der N. hypoglossus ganz in die Kategorie der Spinalnerven, und ist gleichsam der erste Spinalnerve,

der aber noch durch den Schädel heraustritt. In diesem Betracht kann der eigene letzte Nerve mit doppelten Wurzeln des Welses und der Cyprinen auch als erster Spinalnerve betrachtet werden, und so gleicht er auch dem N. hypoglossus der Säugethiere, obgleich er sich in der Brustflosse verbreitet; nur in Hinsicht dieser Verbreitung ähnelt er einigermaassen dem N. accessorius der höheren Thiere.

Beim Wels und Karpfen schickt aber der N. vagus auch Nerven zur Brustflosse, und bei Gadus lota schickt sogar der N. trigeminus einen Ast zur Kehlflosse. Weber, Meckel's *Archiv* 1827. p. 303.

## Nervus sympathicus.

Die Physiologie dieses Nerven ist bereits in verschiedenen Abschnitten des IV. Buches zur Sprache gekommen, und so sind im dritten Abschnitt dritten Cap. (p. 646.) die sensoriellen, motorischen und organischen Eigenschaften desselben im Allgemeinen, und im fünften Cap. (p. 708.) die Mechanik seiner Wirkungen untersucht worden. Hier ist der Ort, das Eigenthümliche dieses Nerven in einzelnen Thierclassen und Thieren zu erwähnen, wobei wir uns aber nur auf diejenigen Verhältnisse beschränken müssen, welche in physiologischer Hinsicht von Wichtigkeit sind. In Hinsicht des anatomischen Details müssen wir auf die Werke von Weber (*anat. comp. n. symp. Lips.* 1817.), Lobstein (*de n. symp. hum. fabrica, usu et morbis. Paris.* 1823.), Wutzer (*de gangliorum fabrica. Berol.* 1817.), Hirzel (Tiedemann's *Zeitschr. für Physiol. I.*) Arnold (*der Kopftheil des vegetativen Nervensyst. Heidelb.* 1831.), Varrentrapp (*obs. anat. de parte cephalica n. symp. Francof.* 1831.), und Giltay (*de n. sympathico diss. Lugd. Bat.* 1834.) verweisen.

Das organische Nervensystem scheint in der ganzen Thierwelt verbreitet. Es ist bei den wirbellosen Thieren vorhanden (p. 580.); bei den Knorpelfischen hat es Giltay beschrieben, und wenn es bei Petromyzon noch nicht gefunden worden, so ist es doch gewiss vorhanden, denn es kann durch keinen andern Nerven compensirt werden. Mehrere Beobachter, Bock, Hirzel, Cloquet, haben eine Verbindung des Plexus caroticus n. sympathici mit der Glandula pituitaria beim Menschen und den Säugethieren angenommen, so dass die Hypophysis cerebri gleichsam der Centraltheil des N. sympathicus wäre; eine solche Verbindung sah Arnold mit dem Trichter, nicht mit der Hypophysis.

Bei den Vögeln liegt die Pars cervicalis n. sympathici in dem Canal der Querfortsätze der Halswirbel, wo bei den Säugethieren und dem Menschen nur ein verhältnissmässig sehr dünner Strang des N. sympathicus liegt.

Ausser den grossen Sinnesnerven scheint dieser Nerve durch alle Classen mit dem grössten Theile der Hirnnerven und allen Rückenmarksnerven Verbindungen einzugehen, wenngleich diese Verbindungen noch nicht überall aufgefunden sind. Mehrere

dieser Verbindungen zeigen bei einzelnen Thieren eigenthümliche, für die Physiologie seiner Wirkungen wichtige Verhältnisse.

Es ist schon oben bei der Classification der Ganglien p. 591. angeführt worden, dass die Verbindung von Zweigen des N. sympathicus mit Hirnnerven an diesen zuweilen knotige Anschwellungen erzeugt; und wir haben diese als eine besondere Art von Knoten betrachtet. Es gehören hieher z. B.

1) das Ganglion petrosum n. glossopharyngei des Menschen und der Säugethiere, wo es einen Ast von der Jacobsonschen Anastomose der Trommelhöhle empfängt, der mit dem Ramus carotico-tympanicus n. sympathici, und einem Ast des Ganglion oticum zusammenhängt. S. p. 768.

2) Die Intumescentia gangliiformis des N. facialis, welche mit derselben Anastomose durch ein Fädchen zusammenhängt.

3) Das Ganglion sphenopalatinum am zweiten Aste des N. trigeminus, welches einen vom N. sympathicus kommenden Faden, den N. vidianus profundus, in den zweiten Ast bringt, und von wo aus organische Fäden auf die Zweige des zweiten Astes hingehen, p. 651.

4) Das Ganglion oticum am dritten Aste des N. trigeminus, von welchem aus organische Fasern in die Zweige des dritten Astes eingemischt werden. Siehe oben p. 768.

5) Die Intumescentia gangliiformis n. vagi unter dem andern, dem N. vagus, als sensibelm Nerven, eigenen Ganglion.

6) Das Ganglion ciliare, wo in die Verbindung der beiden Wurzeln dieses Knotens ein Zweig des N. sympathicus eingemischt wird.

7) Das Ganglion maxillare, wo in die vom N. lingualis kommenden Zweige zu der Glandula submaxillaris ein organischer Faden eingemischt wird. Siehe oben p. 768.

8) Die Pars cephalica n. sympathici bildet bei den Fischen an dem N. vagus, glossopharyngeus, und bei Trichiurus auch an dem N. trigeminus Ganglien.

Es lässt sich diese Tabelle aber auch auf einige Rückenmarksnerven ausdehnen. Auch an diesen sitzen zuweilen knotige Anschwellungen von Einmischung des N. sympathicus; Anschwellungen, welche man wohl von den Knoten der Empfindungswurzeln der Rückenmarksnerven unterscheiden muss.

9) So befinden sich an den Verbindungsstellen des im Canalis vertebralis liegenden Theiles des N. sympathicus mit den Halsnerven der Vögel kleine Ganglien an den Spinalnerven; Knötchen, die von den Knoten der hintern Wurzeln der Spinalnerven unterschieden sind. Eben so verbindet sich der Nervus sympathicus, wo er aus dem Canalis vertebralis hervortritt, mit dem vorletzten und letzten Cervicalnerven und ersten Brustnerven, welche den Plexus brachialis bilden, durch Hülfe von Ganglien, die an der äussern Oberfläche dieser Nerven liegen, während die Ganglia spinalia sich an der hintern Fläche befinden. Weber p. 32. Giltay *de nervo sympathico diss. Lugd. Bat.* 1834. p. 100. Die durch Verbindung des N. sympathicus mit den Flügelnerven entstehenden Ganglien fliessen zuweilen in eins zusammen,

wie bei der Taube. Weber bemerkt hierbei, dass hierdurch die Grösse des Ganglion cervicale inferius der Säugethiere erläutert werde, welches an derselben Stelle liegend sich mit den den Plexus brachialis bildenden Nerven durch Fäden verbindet.

Schon aus diesen Verbindungen geht hervor, dass der N. sympathicus an den Verbindungsstellen mit Gehirn- und Rückenmarksnerven nicht etwa bloss sensorielle und motorische Fasern erhält, die man allerdings in den zwei Wurzeln der Spinalnerven bis zum Rückenmark verfolgt hat (siehe oben p. 650.), sondern dass der N. sympathicus an jenen Stellen auch organische Fasern in die Cerebrospinalnerven einmengt. An mehreren solchen Verbindungen, sowohl solchen, wo Ganglien liegen, als an den nicht gangliösen, lässt sich diess augenscheinlich erweisen. Ich habe schon früher diese wichtigen Thatsachen angeführt, dass man von dem Ganglion oticum aus die grauen Fasern über den N. buccinatorius des Kalbes weit verfolgen kann, dass das Gleiche vom Ganglion sphenopalatinum gilt, indem Retzius beim Pferde von diesem Knoten aus die grauen Fasern über die Zweige des zweiten Astes des N. trigeminus verfolgte, und ich beim Ochsen den Ramus profundus n. vidiani vom N. sympathicus kommend, seine Fasern über den zweiten Ast bis zur Nase ausbreiten, den mit dem N. abducens sich verbindenden Zweig des N. sympathicus aber ein ganzes Fascikel von Fasern auf den ersten Ast des N. trigeminus nach der Augenhöhle abgeben sah, während Varrentrapp ebenfalls beim Menschen Fädchen aus dem Plexus cavernosus zum ersten Aste des N. trigeminus treten sah. Wenn es gleich richtig ist, was Retzius beobachtete, dass Fasern vom Nervus sympathicus auch in Hirnnerven, wie eben im Nervus trigeminus aufwärts in der Richtung gegen das Ganglion Gasseri, gleichsam wie Wurzeln verlaufen, so beweisen doch die angeführten Fälle ganz offenbar das Einmischen organischer Nervenfasern in Cerebrospinalnerven zur peripherischen Verbreitung mit diesen; und wir dürfen in den mehresten Nerven solche nach der Peripherie hingehende, eingemengte organische Fasern voraussetzen, wodurch die eigentliche Bedeutung der Verbindungen des N. sympathicus mit Gehirn- und Rückenmarksnerven recht ins Licht gesetzt wird.

Diese durch Thatsachen gestützten und mit den herrschenden Vorstellungen von dem Zweck jener Verbindungen contrastirenden Ideen werden durch neuere Beobachtungen von Giltay, die ich so eben kennen lerne, noch mehr befestigt. Dieser Beobachter hat nämlich in der vorher angeführten Schrift mehrere Thatsachen bekannt gemacht, in welchen sich die organischen Fäden neben den Cerebral- und Spinalnerven, getrennt hingehend in die Organe beobachten liessen. Giltay hat bei mehreren Fischen von der Pars cephalica nervi sympathici, welche von dem N. trigeminus ausser dem Cranium entspringt, und rückwärts unter dem N. glossopharyngeus und vagus hingeht, organische, deutlich zu unterscheidende Fäden zu dem N. glossopharyngeus, und mit diesem zur ersten Kieme, und eben so einen besondern Faden mit dem N. vagus in die Kiemen

treten gesehen, wo dieselben von den Aesten der Cerebrospinalnerven getrennt, bloss neben diesen liegend sie begleiten. Diess hat er deutlich an Fischen der Gattungen Acanthurus, Platycephalus, Holocentrus, undeutlich auch bei Pleuronectes Platessa gesehen und abgebildet. Diese Aeste sind wohl von denjenigen Aesten des N. sympathicus zu unterscheiden, welche sich mit dem N. glossopharyngeus und mit dem Ganglion n. vagi, gleichsam als Wurzeln des N. sympathicus verbinden.

Ein ähnliches Verhalten zu Rückenmarksnerven hat Giltay ebenfalls in einigen Fällen beobachtet. Bei Bufo asper sah er den N. sympathicus in der Mitte des Körpers des zweiten Wirbels unter der Anhangsplatte der Schulter einen Ast in die Muskeln (?) abgeben, der sich in zwei Aeste spaltete, wovon der eine rücklaufend an den N. spinalis (1. dorsi) gegen den Wirbel hingeht, sich also wie eine Wurzel verhält, während der andere mit dem N. spinalis fortgeht, um sich in der vordern Extremität zu verzweigen. Bei Calotes gutturosa sah Giltay einen Zweig des N. sympathicus, der sich mit der Arteria subclavia und den Nerven der vorderen Extremitäten in diesen verbreitete. Eben so sah er bei Iguana delicatissima einen Ast des N. sympathicus den ersten Nerven der vorderen Extremitäten begleiten. Diese letzteren Thatsachen beweisen mehr als irgend ein anderes Factum, dass zu den organischen Functionen die sensoriellen und motorischen Nerven nicht hinreichen, dass die Wirkung der organischen Nerven durchaus von der der sensoriellen und motorischen Nerven verschieden, und zur Regulirung der chemischen Processe der Ernährung und Absonderung bestimmt ist.

Fasst man diess Alles zusammen, und wirft man einen Blick auf die allgemeinen Eigenschaften des N. sympathicus, die wir oben p. 646. untersucht haben, so ergiebt sich, dass der N. sympathicus in den sogenannten Verbindungen mit anderen Nerven, sowohl Wurzelfäden durch Gehirn- und Rückenmarksnerven von den Centraltheilen erhält, als peripherisch auszubreitende organische Fäden in die übrigen Nerven einmengt, so wie hinwieder die von dem N. sympathicus versehenen Eingeweide in den zu ihnen hingehenden Aesten des N. sympathicus höchst wahrscheinlich nicht blosse organische Fasern, sondern auch sensorielle und motorische Fasern erhalten, welche von den Cerebrospinalnerven aus dem System der sympathischen Nerven eingewebt werden. Je weiter man diess durchdenkt, um so unwahrscheinlicher werden die Ideen von anderen Bestimmungen des N. sympathicus, von der Harmonie, welche der N. sympathicus zwischen allen anderen Nerven unterhalten soll, die in der That auf eine viel wirksamere Art durch die Centralorgane selbst unter einander verbunden sind.

Die zu den Centraltheilen tretenden Fäden der organischen Nerven erfahren den Einfluss der Centraltheile, und theilen ihn dem ganzen organischen System mit, wodurch der Einfluss des N. sympathicus auf die Ernährung und Absonderung verändert wird. Diese Verbindung mit den Centraltheilen mag zur Erhaltung der Wirksamkeit des N. sympathicus nothwendig seyn (siehe oben p. 714.), während die unmittelbare Quelle seiner Thätigkeit

in jenen grossen Centralmassen liegt, welche die Unterleibsgeflechte und überhaupt die Ganglien sind, von welchen der organische Einfluss in die peripherischen Verbreitungen des N. sympathicus, auch in jene die Cerebrospinalnerven begleitenden organischen Fasern bis zu den Capillargefässactionen zur Ernährung aller Theile ausstrahlt.

---

## *V. Abschnitt.* Von den Centraltheilen des Nervensystems.

### *I. Capitel.* Von den Centraltheilen des Nervensystems im Allgemeinen.

Die Centralorgane des Nervensystems bewirken die vereinte Thätigkeit aller Nervenfunctionen, theils ausser der Herrschaft der Seele, theils unter derselben; sie sind diejenigen Theile des Nervensystems, durch welche alle Nerven oder Leiter vereinigt werden, welche als Erreger (Motoren) sowohl automatisch beständig oder abwechselnd, als willkührlich auf die von dem Sensorium commune der Centralorgane ausgehenden Bestimmungen, die motorischen Nerven zur Bewegung der Muskeln in Thätigkeit setzen, welche die Wirkungen der sensoriellen Nerven entweder auf motorische unbewusst reflectiren, oder im Sensorium commune der Centraltheile zum Bewusstseyn bringen, durch welche auch die organischen Nerven-Wirkungen in ungestörter Kraft erhalten werden, durch welche das Nervenprincip beständig erzeugt und wiedererzeugt wird, und ohne welche sich die Thätigkeit und Reizbarkeit der Nerven als Leiter auf die Dauer nicht erhält. Diess ist die allgemeine Definition des Gehirns und Rückenmarkes als selbstständiger Erreger gegen die Nerven als Conductoren des Nervenprincips. Dass sich durch die angeführten Eigenschaften die Centralorgane von den Nerven unterscheiden, ist aus den in der Nervenphysik mitgetheilten Thatsachen nicht schwierig zu beweisen.

1) Die Centralorgane vereinigen alle Nerven; diess gilt sogar von den sympathischen Nerven, die, wie am Ende des vorigen Abschnittes gezeigt worden, an so vielen Punkten durch Fasern mit den Centraltheilen zusammenhängen. Es zeigt sich nur der Unterschied der Cerebrospinalnerven von den organischen Nerven in Beziehung auf die Centralorgane, dass die ersteren viel unmittelbarer von den Centralorganen ausstrahlen, während die organischen Nerven zwar auch ihre Fasern in Begleitung der Cerebrospinalnerven mit dem Gehirn und Rückenmark in Wechselwirkung bringen, aber doch auch ihre untergeordneten Centraltheile in ihren eige-

nen Ganglien und Geflechten haben, von welchen der organische Einfluss zunächst ausstrahlt, wenn sich auch die Thätigkeit dieses Systems ohne die Mitwirkung des Gehirns und Rückenmarkes auf die Dauer nicht erhalten kann. Vergl. p. 714.

2) Die Centralorgane sind Erreger für die motorischen Nerven als Conductoren der motorischen Entladung des Nervenprincips nach den Muskeln. Diese motorische Thätigkeit äussert sich *a.* theils als beständige Ausstrahlung, wie wir das Beispiel in der beständigen Beherrschung der Sphincteren sehen, deren Zusammenziehungen nach Verletzungen der Centralorgane aufhören; *b.* theils durch abwechselnde rhythmische Bewegungen, wie in der Abhängigkeit der Bewegungen des Athmens von der Medulla oblongata (siehe oben p. 331.); *c.* theils als Entladungen, die willkührlich von dem Sensorium commune der Centralorgane ausgehen, welches den spontanen Actionen der Seele unterworfen ist.

Gegen diesen motorischen Einfluss verhalten sich die motorischen Nerven auf doppelte Art. Die Nerven einer Classe verhalten sich gegen denselben als blosse Conductoren. Sie sind zwar auch beständig motorisch geladen, und können künstlich, wie der Nerve des Froschschenkels, durch mechanische Reize zu Entladungen bestimmt werden; aber sie entladen sich im Zustande der Gesundheit nicht spontan, sondern auf den Einfluss der Centralorgane; diess sind die motorischen Cerebrospinalnerven. Die Nerven der andern Classe, dem Einflusse des Sensorium commune in Beziehung auf willkührliche Actionen ganz entzogen, können zwar auch von den Centralorganen zu beständigen oder rhythmischen Actionen bestimmt werden, haben aber das Eigenthümliche, dass sie auch selbstständige Entladungen bewirken, wenn sie gleich auf längere Dauer zur Reproduction ihres Nerveneinflusses der Centralorgane bedürfen; dahin gehören die motorischen Wirkungen des N. sympathicus. Die von ihm beherrschten Theile ziehen sich spontan, auch getrennt von dem Einfluss der Centralorgane zusammen, wie das Herz, der Darmkanal u. s. w., aber die Kraft und Dauer ihrer Zusammenziehungen hängt durchaus von dem Verkehr ihrer Nerven mit den Centralorganen ab. Vergl. oben p. 185. 714. Bei vorübergehender Ermüdung und auch in dem Schlafe nach der täglichen Action des Nervensystems, tritt einmal eine Relaxation in den Wirkungen der Centralorgane auf die peripherischen Theile ein; aber diese vorübergehende Veränderung in den Centralorganen ist noch nicht im Stande, die Actionen der dem sympathischen System unterworfenen spontanen Bewegungen wesentlich zu verändern. Nur wenn die Ermüdung in den Centraltheilen dauernder wird, wenn diese Organe wesentlich verletzt werden, erlahmen auch die dem sympathischen System unterworfenen Bewegungen, weil ihre Kraft und Dauer von den Centraltheilen auch abhängt.

Man darf sich aber nicht vorstellen, dass während der täglich einmal eintretenden Ermüdung der Centralorgane und des Schlafes die Centralorgane überhaupt unthätig würden. Diese Ermüdung ist zwar allgemein, aber nur das Sensorium commune der Centralorgane, jener Theil des Gehirns, welcher den Actionen

der Seele unterworfen ist, wird vorzüglich unthätig; nur die willkührlichen Bewegungen fallen unter den motorischen Actionen der Centralorgane während des Schlafes ganz aus. Alle übrigen Theile der Centralorgane setzen ihre Thätigkeit wie während des Wachens fort. Diess sieht man an der Fortdauer der von den Centralorganen abhängigen beständigen Zusammenziehungen der Sphincteren und den rhythmischen Athembewegungen, welche beide von wahren Cerebrospinalnerven ausgeführt werden. Gewisse Muskeln sind also, obgleich von Cerebrospinalnerven versehen, auch während des Schlafes beständig thätig; immer sind die Sphincteren geschlossen, immer bewirkt der Schlaf eine fixirte Stellung des Auges nach oben und innen, immer die constant damit verbundene Contraction der Iris mit Verengung der Pupille; die Schliessung des Mundes findet auch im Schlafe gewöhnlich statt. Kurz, wir sehen, dass auch im Schlafe der ganze motorische Apparat der Centralorgane, des Gehirns sowohl als des Rückenmarkes, fortwirkt, dass nur die willkührliche Excitation dieses dauernd thätigen motorischen Apparates während der Unthätigkeit des Sensorium commune aufhört. Daher müssen wir auch eine während des Schlafes fortdauernde Wechselwirkung der Centralorgane mit der motorischen Thätigkeit des sympathischen Systems nothwendig voraussetzen, ohne welchen Einfluss die Kraft der Bewegungsactionen im sympathischen System sogleich abnehmen würde, wie wir in der Apoplexie, in den von den Centralorganen eintretenden Ohnmachten und bei der künstlichen Zerstörung des Rückenmarkes (siche oben p. 185.) deutlich sehen.

3) Die Centralorgane erfahren die Wirkungen der sensoriellen Nerven, und pflanzen sie entweder unbewusst reflectirend auf die Ursprünge der motorischen Nerven fort, wodurch die reflectirten Bewegungen (siehe oben p. 688.) entstehen; oder sie leiten diese Wirkungen zu dem Sensorium commune der Centralorgane, wodurch sie während der Thätigkeit des letztern bewusst werden. Im ersten Falle gelangen die centripetalen Wirkungen der sensoriellen Nerven nur bis zur Excitation des motorischen Apparates der Centralorgane, der vorzüglich seinen Sitz im Rükkenmark hat, aber sich auch in das Gehirn verzweigt; im zweiten Falle gelangen diese Wirkungen zu einem besonderen Theil der Centralorgane, ohne Reflexionsbewegungen zu erregen, in dem Sensorium commune zu dem Bewusstwerden der Seele. Nicht selten geschieht Beides; die Empfindungen werden bewusst, und erregen zugleich Reflexionsbewegungen, indem die Leitung zugleich nach dem motorischen Apparate der Centralorgane und nach dem Sensorium commune geschieht, wie bei dem Husten von dem empfundenen Reiz in der Luftröhre, bei dem Schliessen der Augenlieder von heftigem Schall, bei der Zusammenziehung der Iris von Reizung der Retina durch Lichtschein. In Hinsicht der Theorie und Gesetze dieser Wirkungen muss hier auf das dritte Cap. des III. Abschn. p. 688. und p. 716. verwiesen werden. Da die Reflectionserscheinungen nicht von dem Sensorium commune, sondern von dem motorischen Apparate der Centralorgane abhängig sind, der letztere aber im Schlafe zu wirken fortfährt,

so finden sie auch im Schlafe eben so gut wie im Wachen statt; wie der Husten von Reizen in der Luftröhre, und viele andere Erscheinungen während des Schlafes beweisen.

4) Die organischen Nervenwirkungen werden durch die Centralorgane des Nervensystems in ungestörter Kraft erhalten. Hier zeigt sich dasselbe Verhalten zwischen dem N. sympathicus und den Centralorganen, wie in Hinsicht der Bewegungen der dem N. sympathicus unterworfenen Theile. Die Ernährung und Absonderung geschehen unter einer gewissen selbstständigen Action der organischen Nerven. Embryonen sind zwar bis zur Reife bei Zerstörung des Rückenmarkes und Gehirns ernährt worden. Siehe oben p. 186. Vergl. Eschricht (in Mueller's *Archiv für Anatomie und Physiologie* 1834. p. 268.). Ja zuweilen werden Theile von Embryonen, ein einzelner Kopf, eine Extremität, ernährt, welche nicht einmal ein Herz besitzen, und wo das Blut durch das Herz eines andern Embryo zugeführt wird, indem die Gefässe des defecten Embryos von der Nabelschnur des gesunden ausgehen. Siehe Rudolphi *Abhandl. der Acad. zu Berlin.* 1816. und Mueller in dessen *Archiv für Anatomie und Physiologie* 1834. p. 179. Aber beim Erwachsenen leidet die Ernährung oft, wenn auch nicht immer, bei Lähmungen des Gehirns und Rückenmarkes, die gelähmten Theile sind bei Verletzungen derselben leichter dem Brand unterworfen, und bei heftigen acuten Leiden der Centralorgane mit Unterdrückung ihrer Actionen entsteht oft spontan der Brand in einzelnen Theilen. Bei der Tabes dorsalis verschwindet zuletzt die Fähigkeit zur Erection durch Blutanhäufung in dem erectilen Gewebe des Penis und zur Zeugung.

5) Das Nervenprincip wird in den Centralorganen erzeugt und wiedererzeugt. Diess geht aus den von mir und Sticker angestellten Versuchen (siehe oben p. 614.) hervor, nach welchen die von den Centralorganen getrennten Nerven eines Gliedes in der ersten Zeit zwar noch motorische Kraft besitzen, indem sie, gereizt, Bewegungen der von ihnen versehenen Muskeln erregen, nach welchen aber diese Nerven, sofern sie nicht wieder verheilen, nach mehreren Monaten alle Reizbarkeit für mechanischen und galvanischen Reiz verloren haben, so dass also die beständige Wechselwirkung der Nerven und der Centralorgane zur Erhaltung der Kräfte der Nerven nöthig ist, während die Centralorgane ihre Kräfte auch nach dem Verlust ihrer Conductoren behalten. Die Erhaltung der Reizbarkeit der Nerven ist indess nicht bloss von dem beständigen Einfluss der Centralorgane, sondern auch von ihrer Thätigkeit selbst abhängig. Wenn ein Nerve sehr lange Zeit nicht in Thätigkeit gesetzt wird, so verliert er immer mehr an Kraft für fernere Thätigkeit. Die meisten Menschen haben keinen Einfluss auf kleine Muskeln durch Mangel an Uebung, und nach Erblindung des Auges atrophirt in später Zeit der Sehnerve bis gegen das Gehirn hin; ja Magendie hat sogar diese Atrophie bei Vögeln durch künstlich bewirkte Erblindung schon in einigen Monaten erzeugt.

Die Scheidung der belebten thierischen Materie in Cen-

tralorgane, und die von den Centralorganen abhängigen Theile, ist nicht bloss ein Attribut aller thierischen Wesen; der Trieb zu dieser Scheidung ist sogar der keimfähigen Materie von Anfang an eingepflanzt, und es scheint, dass mit der Aeusserung dieses Triebes die ganze Organisation beginnt. Die p. 42. angeführten Beobachtungen über die zusammengesetzte Structur der einfachsten Thiere machen es wahrscheinlich, dass es bei allen, auch den scheinbar einfachsten Thieren, Nerven und von den Nerven abhängige Theile giebt, und wo die Anatomie des Nervensystems möglich ist, sehen wir auch wieder eine Sonderung desselben in gewisse wichtigere Centraltheile und ihre Conductoren, die Nerven. Beim Embryo der höheren Thiere beginnt sogleich diese Sonderung schon in der Keimhaut, in deren Achse sich der mit den Kräften der Centralorgane begeistete Theil der thierischen Materie anhäuft, während sich um dieselbe die davon abhängigen Theile gestalten. Aber auch in dem von den Centraltheilen abhängigen peripherischen Theile des neuen Wesens schreitet eine ähnliche Sonderung fort, indem sich dieser wieder in die Conductoren des Nervenprincips, die Nerven und die von ihnen den Einfluss der Centralorgane empfangenden Gewebe histologisch und virtuell sondert. Die Entstehung der Centralorgane bedingt die Entstehung der peripherischen Theile; die Entstehung der Nerven in dem peripherischen Theile des Thieres bedingt zugleich die Entstehung der wieder von den Nerven beseelten Gewebe. Mit dieser Sonderung zwischen Centralorganen und peripherischen Theilen ist das Gehirn und Rückenmark virtuell vorhanden; weder das eine noch das andere entsteht früher; die Ausbildung der einzelnen Regionen der Centralorgane ist erst wieder die Folge fortschreitender Entwickelung und Sonderung. Eben so ist es mit der histologischen Sonderung des peripherischen Theiles; sobald sie beginnt, ist gewiss der ganze Nerve vorhanden, nicht das äussere Ende des Nerven ist das Erste, das den Centralorganen entgegenwüchse. Wenigstens hat diese Ansicht von Serres (*anat. comp. du cerveau*) durchaus keine thatsächliche Basis; und die dafür angeführten Beobachtungen haben in den classischen Untersuchungen von Baer über die Entwickelungsgeschichte des Embryo keine Bestätigung gefunden.

Vergleicht man nun die niederen Thiere mit den höheren in Hinsicht des Gegensatzes der Centraltheile und peripherischen Theile, und wieder der Centraltheile und des peripherischen Nervensystems, so zeigt sich, dass dieser Gegensatz bei den niederen Thieren, wenngleich vorhanden, doch weniger ausgebildet ist. Nach der von Ehrenberg entdeckten zusammengesetzten Structur der für so einfach gegoltenen Wesen, der Infusorien und Medusen muss man die Existenz der Nerven in allen Thieren annehmen. Siehe oben p. 42. Vergl. über die Medusen Ehrenberg in Mueller's *Archiv für Anatomie und Physiologie* 1834. Wir dürfen jetzt keinen Augenblick mehr zweifeln, dass auch die Polypen, Planarien, obgleich ihre Nerven noch nicht entdeckt sind, dieselben besitzen. Aber das die Centraltheile

belebende Princip muss hier noch mehr über das Nervensystem verbreitet seyn, als bei den höheren Thieren, weil die Theilung dieser Thiere in Stücke den Organismus nicht zerstört, vielmehr zur Entstehung mehrerer Organismen die Veranlassung giebt. Bei einigen Anneliden, die ein deutliches Nervensystem haben, die aber, in zwei Theile getheilt, in den Theilen fortleben, wie die Nereiden, Naiden, ist diess ganz offenbar. Die aus einem knotigen Nervenstrange bestehenden Centraltheile müssen also hier das wirksame Princip der Centraltheile in einer grossen Ausdehnung enthalten. Und bei den Polypen und Planarien, die man in mehrere fortlebende Stücke durch Theilung in verschiedener Richtung sondern kann, muss die Vertheilung der mit den Kräften der Centraltheile begabten Materie noch grösser seyn. Der der belebten thierischen Materie eingepflanzte Trieb, sich in Centraltheile und abhängige Theile zu sondern, zeigt sich sogleich in dem abgetrennten Stücke der Planarie wieder, gleichwie in dem Keime der höheren Thiere. Dass aus diesem Stücke ein neues, mit allen Organen begabtes Thier wird, ist eben die Aeusserung jenes, aller belebten thierischen Materie einwohnenden Triebes.

Das vorher von den Ringelwürmern angeführte Beispiel zeigt uns, dass der knotige Nervenstrang derselben das wichtigste Lebensprincip der Centralorgane nicht bloss in dem ersten oder Hirnknoten, sondern in dem ganzen knotigen Strange enthält; denn mit der individuell belebten Materie ist hier das Lebensprincip selbst theilbar. Nun frägt sich, wie weit eine solche Ausdehnung des centralen Lebensprincips in dem Nervensystem der zunächst folgenden Thiere besteht.

Die gegliederten Thiere, obgleich sie noch mit einem knotigen Nervenstrange gleich den Anneliden begabt sind, leben getheilt nicht wieder fort; mögen sie auch nach einer solchen Theilung, nach dem Verluste des Kopfes und Hirnes, noch zucken, so zeigen diese Bewegungen nichts Willkührliches mehr, und wie ihr Gehirnknoten an Umfang gewann, so scheint auch er nur mehr der Sitz des centralen Lebensprincips (man entschuldige den Ausdruck) zu seyn. Wie wichtig auch die grosse oder kleine Zahl der übrigen Knoten des centralen Bauchstranges seyn mag, ihre Bedeutung ist der des Hirnknotens untergeordnet; mögen sie als motorische Apparate für die von ihnen zunächst abhängigen Glieder noch so wichtig seyn, sie sind gleichwohl von dem centralen Einflusse des Hirnknotens abhängig, und eben so verhält es sich mit den Mollusken. Die Schnecken, die nach Spallanzani's Versuchen nach Abtrennung des Kopfes diesen wiedererzeugt haben sollen, hatten durch die Art des geführten Schnittes das Hirn gar nicht verloren (Schweigger *Naturgeschichte der skeletlosen ungegliederten Thiere. Lpzg.* 1820. p. 685.), und kein Thier dieser Classe lebt nach dem Verluste dieses Organes fort. Bei den Muscheln treffen wir in der That den Hirnknoten ähnliche und gleich grosse Knoten in entfernten Theilen des Körpers zerstreut an. Ein solcher liegt in dem contractilen Fusse, ein ähnlicher am Aftertheile des Körpers; diese Knoten sind mit den

beiden seitlichen Hirnknoten des Schlundringes durch Nerven verbunden; aber wir dürfen diese Knoten trotz ihrer übereinstimmenden Grösse nicht für gleich an Bedeutung halten. Zu dem centralen Nervensystem der Crustaceen und Spinnen gehören auch bedeutende, das Hirn an Grösse zuweilen selbst übertreffende Knoten des Bauchstranges, wie bei den kurzschwänzigen Krebsen und den eigentlichen Spinnen. Gleichwohl scheinen die grossen Massen nur Centralapparate für die Bewegungskraft der Füsse zu seyn, die von jenen Knoten ihre Nerven erhalten, und der Regulator, der Entlader dieser motorischen Apparate ist doch das Gehirn. Eben so ist es wahrscheinlich bei den Muscheln. Diess zeigt, dass unter den Centraltheilen des Nervensystems wieder eine Unterordnung herrscht, welche nicht immer im Verhältniss der Masse steht, und führt uns auf einen wichtigen Unterschied in den verschiedenen Regionen der Centraltheile der Wirbelthiere, vorzüglich des Gehirns und Rückenmarkes. Die dauernde Bewegung grosser Muskelmassen kann grosse motorische Apparate der Centraltheile des Nervensystems erfordern, während das Organ, von welchem diese Apparate in Thätigkeit gesetzt werden, von ihrer Entwickelung nicht abhängig ist.

Bei allen höheren und niederen Wirbelthieren entspricht die Masse des Rückenmarkes im Allgemeinen dem Umfange der davon beherrschten Körpertheile; das Rückenmark eines Fisches ist verhältnissmässig nicht viel geringer als das Rückenmark eines Menschen; aber das Gehirn nimmt bei den höheren Thieren in gleichem Verhältniss mit der Ausbildung ihrer intellectuellen Fähigkeiten zu. Bei den Fischen besteht das Gehirn nur aus mehreren vor der Medulla oblongata liegenden Anschwellungen. Das Gehirn der Amphibien ist grösser als das der Fische, das der Vögel grösser als das der Amphibien, das der Säugethiere übertrifft das Gehirn der Vögel, das menschliche übertrifft alle. Wir wollen diese Vergleichung durch Angabe von Zahlenverhältnissen später weiter ausführen.

Man sieht aus den bisherigen Betrachtungen, dass die Vergleichung der Stärke der Nerven mit den Centraltheilen des Nervensystems (zusammengenommen) bei verschiedenen Thieren wenig geeignet ist, physiologische Aufschlüsse zu geben. Die Stärke der Nerven wird zwar im Allgemeinen im Verhältniss zu den Centraltheilen bei den niederen Wirbelthieren zunehmen; aber richtiger ausgedrückt, nimmt sie nur im Verhältniss zum Gehirn auffallend zu. Ein anderer Apparat der Centraltheile, das Rückenmark, welches ausserdem, dass es ein Leiter vom Gehirn zu den von ihm entspringenden Nerven, und umgekehrt, ist, eine den Bewegungskräften des Körpers entsprechende motorisch geladene Säule darstellt, scheint überall diesen Bewegungskräften durch seine Masse und den von ihm entspringenden Nerven durch eben dieselbe (nicht durch Länge und Kürze, die sehr variirt) zu entsprechen. Das Rückenmark von Gadus Lota verhält sich zur Masse des Körpers nach Carus, wie 1:481, bei Salamandra terrestris wie 1:190, bei der Taube wie 1:305, bei der Ratte wie 1:180, bei der Katze wie 1:161. Allerdings giebt es bei den Fischen Nervenstämme, wie der

Nerv. trigeminus und Nerv. vagus, welche den Durchmesser des Rückenmarkes zuweilen geradezu übertreffen. Indessen kömmt es bei der Vergleichung der Nerven und des Rückenmarkes bei verschiedenen Thieren wohl auf die Dicke der Nerven, aber nicht auf die Dicke des Rückenmarkes, sondern eben so gut auf dessen Länge, oder richtiger auf Vergleichung der ganzen Masse des Rückenmarkes mit der Summe der Stärke aller daraus entspringenden Nerven an. Dann aber kann die Stärke derjenigen Hirnnerven, welche aus den Rückenmarksfortsetzungen im Gehirn entspringen, nicht fruchtbar mit der Stärke des eigentlichen Rückenmarkes hinter dem Gehirn verglichen werden.

Die bisherigen Betrachtungen sollen uns den Weg zur genaueren Untersuchung der Kräfte des Gehirns und Rückenmarkes selbst eröffnen. Die wichtigsten Schriften über die Physiologie des Gehirnes und Rückenmarkes sind: Gall et Spurzheim *Anat. et physiol. du systeme nerveux. Paris* 1810. *f.* Tiedemann *Anatomie u. Bildungsgeschichte des Gehirnes. Nürnberg* 1816. 4. Burdach *vom Bau und Leben des Gehirns.* 1—3. *Bd. Leipz.* 1819—26. 4. Carus *Versuch einer Darstellung des Nervensystems und insbesondere des Gehirns. Leipz.* 1814. 4. Desmoulins et Magendie *anatomie des systèmes nerveux. Paris* 1825. 2 *Vol.* 8. Serres *Anatomie comparée du cerveau. Paris* 1824. 2 *Vol.* Rolando *saggio sopra la vera struttura del cervello e sopra le funzioni del sistema nervoso. ed.* 3. *Torino* 1828. 3 *Vol.* 8. Flourens *Versuche u. Untersuchungen über die Eigenschaften und Verrichtungen des Nervensystems. Leipz.* 1824. 8. *Fortsetzung. Leipz.* 1827. 8. Treviranus, in Tiedemann's *Zeitschr. für Physiol. Bd. IV.*

## II. *Capitel.* Vom Rückenmark.

Das Rückenmark unterscheidet sich schon anatomisch von den Nerven; es enthält, wie das Gehirn, varicöse Nervenfasern (siehe oben p. 583.), die unter den Nerven bloss in den grossen Sinnesnerven vorkommen; es enthält in seinem Innern graue Substanz, die sich beim Durchschneiden als ein liegendes Kreuz darstellt, so dass die Figur derselben in dem vorderen und hinteren Strange sich jederseits hornartig verlängert. Aber auch die Anordnung der weissen Substanz ist ganz von der Ordnung der Nervenbündel verschieden. Rachetti und Rolando haben die Beobachtung gemacht, dass die weisse Substanz in von aussen nach innen gehende Lamellen getheilt ist, die man durch längere Aufbewahrung von Rückenmarksdurchschnitten in Kochsalz sichtbar machen kann; und Rolando behauptet, dass die Marksubstanz aus lauter aneinander liegenden Falten einer abwechselnd umgeschlagenen Markhaut bestehe, so dass dünne Fortsätze der Gefässhaut zwischen diese Falten von aussen eintreten, während von innen dünne Lagen grauer Substanz dazwischen treten. In der weissen vordern Commissur des Rückenmarkes soll die Markhaut von der einen zur andern Seite herüber gehen, während dieser Uebergang hinten fehle.

In physiologischer Hinsicht stimmt das Rückenmark mit den Nerven darin überein, dass es die Wirkungen seiner Nerven auf das Gehirn so fortpflanzt, wie die Gehirnnerven es unmittelbar auf das Sensorium commune thun, und dass es die Hirnwirkungen auch wieder zu seinen Nerven so leitet, als wenn diese unmittelbar von dem Gehirn selbst entsprängen; in anderen Punkten unterscheidet sich das Rückenmark aber wesentlich von den Nerven durch ihm selbst, als Centraltheil, und nicht den Nerven zukommende Kräfte. Wir werden beiderlei Eigenschaften genauer untersuchen.

1) *Das Rückenmark als Leiter, Conductor des Nervenprincips oder der Oscillationen desselben.* Alle Hirnnerven sind unmittelbar und alle Spinalnerven mittelbar durch das Rückenmark unter den Einfluss des Gehirns gesetzt. Sobald dieser Einfluss unterbrochen wird, gelangen die Reizungen der Empfindungsnerven nicht mehr zum Bewusstseyn, und das Gehirn kann nicht mehr willkührlich die motorische Kraft derjenigen Nerven anregen, welchen sein Einfluss entzogen wird.

Die Ursachen, welche die Gemeinschaft des Gehirns und Rückenmarkes mit den Nerven unterbrechen, sind Druck auf die Nerven, Zerstörung und Zerschneidung derselben, und Lähmung ihrer motorischen Kraft durch auflösbare Stoffe, z. B. bei der Bleivergiftung.

So oft diese Ursachen auf einen Nerven wirken, sind alle unter der verletzten Stelle abgehenden Zweige der willkührlichen Erregung der motorischen Kraft entzogen, und die von diesen Zweigen versehenen Muskeln sind in Hinsicht der willkührlichen Bewegung gelähmt, und in demselben Theile hört die Empfindung gegen äussere Reize auf.

Diejenigen Nervenzweige dagegen, welche über der verletzten Stelle des Nerven entspringen, sind dem Einfluss des Gehirns und der Willensbestimmung auf ihre Muskeln nicht entzogen, weil ihre Primitivfasern noch unversehrt mit dem Gehirn zusammenhängen. Auch haben aus demselben Grunde alle sensibeln Nervenzweige noch Empfindung, welche über der verletzten Stelle von ihrem Stamme entspringen, und also noch durch ihre Primitivfasern mit dem Gehirn oder Rückenmark zusammenhangen.

Die Verletzung eines Nerven an einer Stelle hebt nur die Gemeinschaft mit dem Gehirn oder dem Organe des Bewusstseyns und der willkührlichen Excitationen auf, dagegen behalten die unter der verletzten Stelle gelegenen Theile des Nerven ihre motorische Kraft selbst eine geraume Zeit unversehrt, und es ist nur der Hirneinfluss auf dieselben aufgehoben. Wenn man daher einen Nerven, welcher durch Entziehung des Hirneinflusses gelähmt ist, oder nicht mehr mit dem Gehirn zusammenhängt, sticht, quetscht, brennt, ätzt, electrisirt, galvanisirt, so hat zwar keine Empfindung statt, weil die Reizung nicht mehr zum Gehirn gelangt, aber es zucken dennoch die Muskeln, zu welchen dieser Nerve Zweige schickt, weil nur der Hirneinfluss auf die motorische Kraft, nicht aber die motorische Kraft des Nerven unter der verletzten Stelle gelähmt ist. Nur wenn ein Nerve

mehrere Monate dem Einflusse der Centraltheile entzogen ist, verliert er, wie meine und STICKER's Versuche (siehe oben p. 614.) gezeigt haben, seine Reizbarkeit ganz.

Beim Menschen und den höheren Thieren verhält sich daher das Rückenmark zum Gehirn gerade so, wie alle Hirnnerven zum Gehirn, und das Rückenmark ist als gemeinsamer Stamm aller Rumpfnerven zu betrachten, obgleich es auch noch eigenthümliche Kräfte vor den Nervenstämmen voraus hat. Durch das Rückenmark werden die Primitivfasern aller Rumpfnerven mit dem Gehirn verbunden, während die Hirnnerven unmittelbar zum Gehirn treten.

Die Verletzung des Rückenmarkes unterbricht den von dem Gehirn ausgehenden Einfluss zu den Nerven, und die Rückwirkung des Rückenmarkes auf das Gehirn von denjenigen Rükkenmarksnerven, welche unter der verletzten Stelle ihren Ausgang vom Rückenmark nehmen. Alle Theile die von diesen letzten Nerven versehen sind, sind dann empfindungslos, und keiner willkührlichen Bewegung mehr fähig. Dagegen behalten diejenigen Rückenmarksnerven, zwischen deren Ursprung vom Rückenmark und dem Gehirn noch die Gemeinschaft von Rückenmark und Gehirn besteht, die willkührliche Bewegung und die Empfindung. Verletzung des untersten Theiles des Rückenmarkes bewirkt Lähmung der unteren Extremitäten, des Mastdarms, der Blase, Verletzung desselben höher hinauf bewirkt Lähmung jener Theile sammt den Bauchmuskeln, noch höher hinauf Lähmung aller dieser Theile sammt den Brustmuskeln; Verletzung des Rückenmarkes am Halse unter dem 4. Halsnerven bewirkt auch Lähmung der Arme, aber nicht des Zwerchfells, wegen des Ursprunges des N. phrenicus von dem 4. Halsnerven; Verletzung des verlängerten Markes bewirkt Lähmung des ganzen Rumpfes. Wenn eine Verletzung von unten nach aufwärts vorschreitet, so schreitet auch die Lähmung von unten nach aufwärts vor, wie in der Tabes dorsalis. Das Rückenmark verhält sich also hierbei ganz als Stamm der Rumpfnerven. Reizt man den obern Theil des Rükkenmarkes mechanisch oder galvanisch, so zucken alle Muskeln des ganzen Rumpfes, gerade so, wie durch Reizung eines Nervenstammes alle Muskeln seiner Zweige zucken. Durchschneidet man einen Nerven, so ist das dem Hirneinfluss entzogene Stück, wenn es gereizt wird, fähig, Zuckungen in den Muskeln dieses Nerven hervorzurufen; durchschneidet man das Rückenmark eines Thieres, so ist das dem Hirneinfluss entzogene Stück des Rückenmarkes, wenn es gereizt wird, fähig, noch alle Nerven, die von ihm entspringen, und dadurch ihre Muskeln zu excitiren.

Allein das Rückenmark vertritt nicht allein alle Rumpfnerven in genere im Gehirn, sondern auch die einzelnen Primitivfasern der Rumpfnerven; denn die Affection gewisser Theile des Rückenmarkes unterbricht nur den Hirneinfluss zu gewissen Muskeln des Rumpfes, und die Verletzung gewisser Theile des Gehirns hat auch nur die Lähmung gewisser Theile des Rumpfes zur Folge.

Die halbseitige Ursache der Lähmung im Gehirn und Rückenmark bedingt auch nur eine halbseitige Lähmung am Rumpfe, und je kleiner die Verletzung, je weniger sie von den Strängen des Rückenmarkes umfasst, um so weniger Theile sind durch sie dem Hirneinfluss entzogen. Bedenkt man ferner, dass es vom Gehirn abhängt, wie viel Muskeln des Rumpfes jedesmal bewegt werden, so scheint daraus nothwendig hervorzugehen, dass die Primitivfasern der Nervenstämme, welche ins Rückenmark treten, auch im Rückenmark sich nicht verbinden, sondern parallel neben einander, wie im Stamme eines Nerven zum Gehirn treten, um isolirt dem Gehirn örtliche Empfindungen mitzutheilen, und isolirte Excitationen zur Bewegung zu erhalten. Denn wenn sich die Primitivfasern der Nerven im Rückenmark verbänden, so wäre eine örtliche Empfindung am Rumpfe eben so wenig möglich, als eine isolirte Zusammenziehung einzelner Muskeln am Rumpfe. Auch die Ursache der Zuckungen im Gehirn und Rückenmark wirkt auf einzelne Theile am Rumpfe, und so entstehen auch Empfindungen in einzelnen Theilen des Rumpfes, bei Verletzungen gewisser Theile des Rückenmarks und Gehirns.

Microscopische Untersuchungen zeigen in der That, dass das Rückenmark besonders die weisse äussere Substanz, aus lauter parallelen, nicht communicirenden Fasern besteht, welche vom Gehirn bis zu der Cauda equina herabzugehen scheinen.

Auf welche Art die Primitivfasern der Nervenwurzeln mit den Primitivfasern des Rückenmarkes zusammenhängen, ist noch nicht ausgemacht. Bekannntlich inseriren sich die vorderen und hinteren Wurzeln in den vorderen und hinteren Strängen in einer seitlichen Linie, jederseits etwas entfernt von der Mittellinie. Die Wurzelbündel der Cauda equina inseriren sich hier dicht neben einander ohne Unterbrechung, die Wurzeln der übrigen Nerven dagegen mit scheinbarer Unterbrechung, indem die Fasern zwar aus einander fahren, aber die Büschel der Nervenwurzeln sich nicht erreichen. So ist es scheinbar in den genannten seitlichen Insertionslinien, wo die Faserbündel die pia mater durchbohren. Allein von jener Insertionslinie aus fahren sie noch weiter aus einander, und wenn man sie noch tiefer verfolgt, so sieht man, dass die Wurzelanfänge aller Nerven ziemlich eine nicht unterbrochene Längslinie bilden, so dass die Wurzel eines Spinalnerven erst entsteht durch das Zusammenfassen einer gewissen Anzahl der Primitivbündel, welche hinter einander ohne Unterbrechung vom Rückenmark abgehen.

Durch diese Beobachtung vereinfacht sich also sehr das Verhältniss der Primitivfasern der Nerven zum Rückenmark. Sieht man von dem bündelförmigen Zusammenfassen der Primitivfasern zu Nervenstämmen ab, und betrachtet man die Ursprünge der Primitivfasern im Rückenmark hinter einander, ihre Isolation in den Nervenstämmen, ihr Auseinandergehen in der letzten Verzweigung, so gleicht das Rückenmark einem aus Nervenfasern gebildeten Stamme, von welchem ununterbrochen mit Regelmässigkeit vorn und hinten viele Millionen Primitivfasern, theils

von motorischer Kraft, theils von sensibler Kraft, gleichsam wie Strahlen zu allen Theilen gehen, welche zwischen ihrem Ursprunge im Rückenmarke und ihren peripherischen Enden in so viel grössere und kleinere Bündel durch Nervenscheiden zusammengefasst sind, als es Rückenmarksnerven und Zweige derselben giebt. Wir haben aber schon gesehen, dass diess Zusammenfassen ohne alle wahre Verbindung der Primitivfasern, und ohne Mittheilung der Urkräfte der Primitivfasern geschieht.

Ob die Primitivfasern des Rückenmarkes geradezu vom Hirn kommend in die entsprechenden Primitivfasern der Spinalnerven übergehen, oder ob sie die entsprechenden Fasern der Nerven abgehen, während sie in der Länge des Rückenmarkes noch weiter gehen, ist schwer zu sagen; da uns Beobachtungen über den unmittelbaren Zusammenhang der Primitivfasern des Rückenmarkes mit den Primitivfasern der Nerven abgehen.

Auch die vergleichende Anatomie giebt uns über das Verhältniss der Nerven zum Rückenmark keine Aufschlüsse. Wir finden sehr abweichende Verhältnisse in der Länge des Rückenmarkes vor. Beim Igel, dessen Hautmuskel eines bedeutenden Nerveneinflusses bedarf, während die Haut, mit Stacheln bewaffnet, wenig der Gefühlseindrücke fähig ist, hört es so frühzeitig auf, dass die hintere Hälfte desselben fehlt; bei den meisten anderen Säugethieren nimmt es fast die ganze Länge des Canalis vertebralis ein, und bei den Kaninchen, Meerschweinchen reicht es, trotz der Kürze des Schwanzes, über die Heiligenbeinwirbel hinaus (Desmoulins, a. a. O. 2. p. 539.); zum Beweise, dass seine Verlängerung nicht allein von der Länge und Stärke des Schwanzes abhängt. Beim Känguruh, wo der sehr starke Schwanz mehr zur Stütze als zum Tasten dient, soll das Rückenmark, nach Desmoulins, nicht länger als bei den Hunden seyn; dasselbe soll bei den Affen mit Greifschwänzen sich mit einem noch bedeutenden Volum bis zu den Heiligenbeinwirbeln verlängern. Bei Tetrodon mola, einem Fisch, der fast so hoch als lang ist, ist das Rückenmark auf den ersten Blick gar nicht vorhanden. Das Gehirn endigt in einem äusserst kurzen keilförmigen Stumpfe des Rückenmarkes, von welchem die Wurzeln der Nerven wie Saiten in einer vordern und hintern Reihe neben einander abgehen. Bei den meisten Thieren ist das Rückenmark ein Strang, der in dem Grade nicht abnimmt, als Nervenwurzeln von ihm abgehen, (wie man besonders bei Fischen, Schildkröten sieht), und der tief unten noch fast eben so dick wie oben ist. Es ist also wahrscheinlich, dass die Primitivfasern des Rückenmarkes vom Gehirn kommend, zwar an den entsprechenden Stellen Wurzelfasern der Nerven abgeben, aber doch noch weiter im Rückenmark fortgehen, oder dass noch andere Fasern im Rückenmark vorkommen. Hieraus wäre es vielleicht erklärlich, dass die Cauda equina eines Frosches isolirt und galvanisirt durch beide Pole keine Zuckungen in dem vordern Theile des Körpers hervorbringen kann, wohl aber das Rückenmarksende selbst, wenn es galvanisirt wird (siehe oben p. 632.).

Die Entdeckung, dass die vorderen Wurzeln der Rückenmarksnerven bloss motorisch, die hinteren bloss sensibel sind (siehe oben p. 625.), hat auf die Geschichte der Lähmungen sehr viel Licht geworfen. Bekanntlich ist zuweilen die Empfindung eines Gliedes, oder der ganzen Seite, oder der ganzen unteren Theile des Körpers gelähmt, während die Bewegung unversehrt ist; in anderen Fällen ist die Bewegung gelähmt und die Empfindung unversehrt; in anderen Fällen sind beide zugleich gelähmt. Nun fragt sich, wiederholt sich der Unterschied der sensoriellen Nerven und motorischen Nerven auch am Rückenmark, laufen die sensoriellen Fasern von den motorischen Fasern des Rückenmarkes verschieden zum Gehirn? Die Verschiedenheit der Lähmungen scheint diess zu beweisen, denn anders ist es unmöglich, jene merkwürdigen pathologischen Thatsachen zu erklären. Aber ein Anderes ist, bestimmt anzugeben, welches die motorischen, welches die sensibeln Theile des Rückenmarkes sind. Entweder, kann man sagen, sind die vorderen Stränge, aus welchen die motorischen Wurzeln entspringen, selbst bis zum Gehirn motorisch, die hinteren Stränge, aus welchen die sensibeln Wurzeln entspringen, bis zum Gehirn bloss sensibel; oder, könnte man fragen, ist etwa die weisse Rindensubstanz des Rückenmarkes der einen, die graue Substanz der andern Function bestimmt? Für die erstere Annahme, welche Bell und Magendie theilen, giebt es keine ganz genügenden Beweise, weder experimenteller noch pathologischer Art. Sichere Experimente sind unmöglich zu machen; denn indem man durch Schnitt auf die hinteren Stränge des Rückenmarkes wirkt, drückt man zugleich die vorderen. So definitiv die Resultate in Hinsicht der vorderen und hinteren Wurzeln der Rückenmarksnerven sind, so wenig sind sie es in Hinsicht der vorderen und hinteren Stränge des Rückenmarkes, die sich überdiess als getrennt nicht einmal anatomisch nachweisen lassen. Diess habe ich schon bei Bekanntmachung meiner Versuche über die Wurzeln in meinem französischen Memoire (*ann. des scienc. nat.* 1831.) erklärt. Magendie (*Journal de physiol. T.* 3. 153.) fand die hinteren Stränge sehr empfindlich, die vorderen nicht empfindlich, aber sie erregten gereizt heftige Zuckungen. Später (*Journ. de physiol.* 3. *p.* 368.) gab er zu, dass das Resultat nicht absolut sey. Backer (*comment. ad quaest. physiol. Ultraj.* 1830.) fand nach Durchschneidung der vorderen Stränge nur die Bewegung, nach Durchschneidung der hinteren nur die Empfindung gelähmt; er sah bei Thieren, denen er die vorderen Stränge des Rückenmarkes im Rückentheil durchschnitten, nach Vergiftung der Thiere mit Nux vomica bloss in den vorderen Extremitäten Krämpfe entstehen. Seubert's Versuche hatten in Hinsicht der Nervenwurzeln ein entscheidendes, in Hinsicht des Rückenmarkes ein unsicheres Resultat. Die vordere Gegend scheint nach diesen Versuchen vorzüglich, aber nicht allein, der Bewegung vorzustehen, die hintere vorzüglich, aber nicht allein, der Empfindung. Uebereinstimmend damit sind die älteren Versuche von Schoeps (Meckel's *Archiv.* 1827.), wonach die Section der vorderen Stränge

des Rückenmarkes die Sensibilität schwächt, nach der Section der vorderen Stränge eine grössere Sensibilität zurückbleibt, als nach Section der hinteren Stränge, nach der Section der hinteren Stränge die Bewegung der Extremitäten aufhört, die aber wiederkehrt, nach der Section der vorderen Stränge die Bewegung ganz aufhört. Die pathologischen Fälle, die man in Seubert's Schrift (*de funct. rad. ant. et post. nerv. spin. Carlsruhae* 1833.) zusammengestellt findet, bestätigen die Hypothese nur zum Theil, mehrere Fälle sprechen geradezu dagegen, wie auch der Umstand, dass der motorische Nervus accessorius bei Vögeln und Amphibien ganz aus den hinteren Strängen entspringt. Bellingeri (*de medulla spinali. August. Taurin.* 1823.) behauptet, die hinteren Wurzeln hätten einen dreifachen Ursprung von den hinteren Hörnern der grauen Substanz, von der weissen der hinteren Bündel des Rückenmarkes, von den Seitenbündeln; die vorderen Wurzeln auch einen dreifachen Ursprung von den vorderen Bündeln, von den vorderen Seiteneinschnitten, von den Seitenbündeln. Wären diese Angaben richtig, was sehr zu bezweifeln ist, so würden die hinteren Wurzeln allein mit der grauen Substanz zusammenhangen. Bellingeri nimmt ohne Beweise an, dass die innere graue Substanz der Empfindung, die weisse der Bewegung vorstehe, dass die vorderen Stränge des Rückenmarkes und die vorderen Wurzeln der Bewegung der Beugemuskeln, die hinteren der Bewegung der Streckmuskeln bestimmt seyen; diess ist wenigstens in Hinsicht der Wurzeln durchaus unrichtig. Nach E. H. Weber soll es zuweilen gelingen, die Spuren der Nervenwurzeln überhaupt bis zur grauen Substanz zu verfolgen, was dagegen Rolando bezweifelt hat. Ueber den Antheil der grauen und weissen Substanz an den beiden Functionen lassen sich leider durchaus keine Experimente anstellen, und was alle Experimente über die vorderen und hinteren Stränge unsicher macht, ist die Reflexionsfähigkeit des Rückenmarkes, eine sensorielle Affection nach dem motorischen Apparat zu verpflanzen. Wenn z. B. die vorderen Stränge wirklich allein motorisch, die hinteren bloss sensoriell sind, so müsste doch eine Verletzung der hinteren Stränge leicht schon deswegen durch Mitaffection der vorderen Stränge Zuckungen bewirken, weil das Rückenmark bei allen heftigen Verletzungen in den reflectirenden Zustand geräth, wo dann jede Reizung der sensoriellen Nerven, auf das Rückenmark verpflanzt, sich auf die motorischen Nerven reflectirt. Vgl. oben p. 688.

Die Fasern des Rückenmarkes gelangen durch die Medulla oblongata zum Sensorium commune. Ohne hier die Eigenschaften der verschiedenen Theile des Gehirns, und ohne die übrigen Eigenthümlichkeiten des Rückenmarkes schon hier zu untersuchen, wollen wir hier nur erwägen, dass das Rückenmark die Primitivfasern aller Spinalnerven einzeln durch seine Fasern im Gehirn vertritt, so wie die Hirnnerven durch ihre Primitivfasern sich im Gehirn vertreten. Das Gehirn empfängt die Eindrücke aller sensibeln Fasern des ganzen Organismus, wird ihrer bewusst, und weiss

den Ort der Empfindung nach der Affection der verschiedenen Primitivfasern; das Gehirn excitirt wiederum die motorische Kraft aller motorischen Primitivfasern und des Rückenmarkes bei der willkührlichen Bewegung. Wir bewundern in dieser Thätigkeit einen unendlich complicirten und feinen Mechanismus der Anordnung der Elemente, während die Kräfte selbst durchaus ideeller Art sind. So verschieden die Thätigkeit ist, so gleicht doch die Action des Gehirns bei der Erregung eines gewissen Theils unter den unendlich vielen Primitivfasern dem Spiel eines vielbesaiteten Instrumentes, dessen Saiten erklingen, so wie die Tasten berührt sind. Der Geist ist der Spieler oder Excitator, die Primitivfasern aller Nerven, die sich im Gehirn ausbreiten, sind die Saiten, und die Anfänge derselben die Tasten. Niemeyer (*Materialien zur Erregungstheorie. Gött.* 1800.) erklärt die willkührlichen Bewegungen daraus, dass die Spannung der Antagonisten aufgehoben werde; allein einzelne Muskeln bewegen sich, wenn die Antagonisten durchschnitten sind, noch willkührlich.

Die Nervenstämme und das Rückenmark als Stamm der Rumpfnerven gleichen sich auch darin, dass bei Affectionen des letztern Empfindungen scheinbar in den äusseren Theilen entstehen, gleichsam als wären die äusseren Theile selbst der Sitz der Affection. Eben so ist es, wie wir gesehen haben, bei der Affection der Nervenstämme. Beim Druck auf die Nervenstämme entsteht das Gefühl von Ameisenlaufen in der Haut, beim Druck auf das Rückenmark entsteht dieselbe Formication in allen Theilen, welche unter der verletzten Stelle ihre Nerven erhalten. Bei den Geschwülsten der Nerven sind die Theile, zu welchen die Enden der Nerven hingehen, von den heftigsten Schmerzen befallen; beim Durchschneiden der Nervenstämme schmerzen die äusseren Theile; eben so ist es mit dem Rückenmark, welches bei entzündlichen und anderen Affectionen oft die heftigsten Schmerzen scheinbar in den äusseren Theilen erregt. Selbst wenn vollkommene Empfindungslosigkeit für äussere Reize vorhanden ist, können die Verletzungen des Rückenmarkes doch noch subjective Empfindungen erregen, welche scheinbar in den äusseren Theilen sind. Hieher gehört besonders das Ameisenlaufen in den unteren Extremitäten, bei gänzlichem Verlust aller Empfindung für äussere Reize und der Bewegung. Siehe Ollivier *Krankh. des Rückenmarkes, übers. von* Radius. *Leipz.* 1824. p. 156. Allein die subjectiven Empfindungen in den Extremitäten bei vollkommener Empfindungslosigkeit und Lähmung der Bewegungen können auch die heftigsten Schmerzen in den äusseren Theilen seyn, wie in dem schon erwähnten Falle von Heydenreich zu Bonn, wo bei Lähmung der Bewegung vollkommene Empfindungslosigkeit in den unteren Extremitäten ist, und dennoch von Zeit zu Zeit die heftigsten Schmerzen in den empfindungslosen Theilen sich einstellen. Am häufigsten ist die Formication in den äusseren Theilen als Symptom von Rückenmarksaffection, wo diess Symptom fast niemals fehlt. Die Formication ist hier dasselbe als das Ohrenklingen für den Hörnerven,

und die fliegenden Mücken und andere krankhafte subjective Sinneserscheinungen für das Gesichtsorgan; und so wie die subjectiven Sinneserscheinungen, welche von der Bewegung des Blutes in der Netzhaut beim gesunden Menschen entstehen, durch einander springende Pünktchen sind, welche überall zu seyn scheinen, wo man hinsieht, so ist die Formication oder das Gefühl von laufenden Punkten wahrscheinlich eine Empfindung der Blutbewegung in den Capillargefässen des kranken Theiles vom Rückenmark, scheinbar in den äusseren Theilen empfunden. In anderen Fällen hat man statt der Formication ein unaufhörliches Jucken in den Beinen bemerkt, welches beim Kratzen nicht verschwindet. Ollivier p. 309.

Unter die subjectiven Empfindungen bei Rückenmarksaffection gehört auch die Aura epileptica der Epileptischen in den Extremitäten, oft zuerst an den Fingern und Zehen, ein der Formication ähnliches Gefühl, welches immer mehr fortschreitet und den Anfall verkündet. Die Erfahrung, dass Umbinden des von der Aura epileptica befallenen Theiles den Anfall oft verhindere, begünstigt die Vorstellung, dass die Aura epileptica ihre Ursache in den Enden der Nerven, und nicht im Rückenmark habe. Diess Binden mag wohl als heftiger Hautreiz wirken. Nur bei der Epilepsie von Nervengeschwülsten ist die Aura in den Nerven selbst und hemmt die Ligatur allerdings das Fortschreiten. Vergl. oben p. 674.

Da der Sitz der Empfindungen weder in den Nerven, welche die dazu nöthigen Strömungen oder Schwingungen des Nervenprincips zum Gehirn bringen, noch in dem Rückenmarke ist, welches diese Wirkungen auch wie die Nerven zu dem Sensorium commune leitet, da die Empfindung erst durch die Wirkung der Fasern der Nerven und des Rückenmarkes auf das Sensorium commune in diesem entsteht, so ist es leicht begreiflich, warum das Sensorium commune die Erregungen der Fasern des Rückenmarkes auch wie die der Nerven in gleicher Art empfindet, wenn auch die Affection dieser Fasern in verschiedenen Punkten ihrer Länge stattfindet; denn eine auch noch so lange Faser wirkt nur mit ihrem Hirnende auf das Sensorium, und die an verschiedenen Punkten dieser Fasern stattfindenden Irritationen können immer nur durch dasselbe Hirnende der Fasern auf das Sensorium wirken. Wir treffen indess hier bei dem Rückenmark auf denselben Widerspruch wie bei den Nerven. Gleich wie ein Nervenstamm gedrückt, gestossen, sowohl Empfindungen scheinbar an seinem peripherischen Ende und an dem Stamme selbst bewirkt, wie der Stoss auf den N. ulnaris sowohl Empfindungen im 4. und 5. Finger, als an dem Nervenstamme selbst erregt, so kann auch eine Verletzung des Rückenmarkes sowohl Empfindungen in allen Theilen, deren Nerven unter der verletzten Stelle entspringen, bewirken, als auch der verletzte Theil des Rückenmarkes selbst schmerzhaft empfunden wird. Vergl. oben p. 670. Viele Fälle dieser Art gehören zwar nicht hieher, indem Krankheiten des Rückgraths selbst und der häutigen Umgebungen des Rückenmarkes, ausser den Phänomenen des Drucks auf das Rückenmark nothwendig auch mit Gefühl in

den verletzten Umgebungen begleitet sind. Aber es giebt auch reine Rückenmarksschmerzen, Rachialgie. Die Ursache, warum die Empfindungen bald in den äusseren Theilen, bald im Rückenmarke selbst empfunden werden, ist uns noch unbekannt.

Wir haben bisher die Aehnlichkeiten der Nerven und des Rückenmarkes, oder dasselbe als einen Conductor der von ihm ausgehenden Nerven bis zum Gehirn und umgekehrt betrachtet; wir werden jetzt die Eigenschaften des Rückenmarkes untersuchen, welche es von den Nerven unterscheiden, und welche ihm als Theil des Centralapparates zukommen.

2) *Das Rückenmark als Theil der Centralorgane.* Schon der Bau des Rückenmarkes zeigt, dass dasselbe mehr als einen Conductor der Fasern der Nerven zum Gehirn darstellt; wäre diess der Fall, so müsste das Rückenmark in seinem obern Theile bloss die Summe aller Fasern enthalten, die sich von oben bis unten aus ihm entwickeln, gleich wie ein Nervenstamm nur alle Fasern zusammen enthält, die bei seiner Verzweigung sich von ihm ablösen. Das Rückenmark müsste also von oben bis unten, je mehr Nerven von ihm abgehen, in demselben Maasse dünner werden, oder einen unten zugespitzten Keil darstellen. Diess ist nicht der Fall, wenn sich auch sein Durchmesser im Allgemeinen von oben nach unten vermindert. Selbst an seinem Ende, wo die letzten Nerven abgehen, enthält es noch mehr Masse, als die Mutterfäden der dort abgehenden Nerven betragen, überdiess schwillt es am Abgang der Nerven der Extremitäten an und bei mehreren Fischen schwillt es sogar an seinem Ende in einen unten zugespitzten Kolben an. (E. H. Weber in Meckel's *Archiv.* 1827. p. 316.) Ausserdem enthält das Rückenmark zweierlei Substanzen, wie das Gehirn. Es lassen sich aber auch die Eigenschaften und Kräfte, wodurch sich diess Organ von den Nerven unterscheidet, deutlich nachweisen.

*a*). Das Rückenmark besitzt die Fähigkeit, sensorielle Reizungen seiner Empfindungsnerven auf die motorischen Nerven zu reflectiren. Es ist Reflector. Diese Eigenschaft, wodurch auf eine Empfindung Bewegungen erfolgen, ohne dass beiderlei Nerven durch ihre Primitivfasern communiciren, ist schon oben bei der Lehre von der Reflexion untersucht worden. Kein Nerve an sich, der von den Centraltheilen getrennt wäre, besitzt das Vermögen der Reflexion. Die reflectirende Thätigkeit des Rückenmarkes und der Medulla oblongata ist an sich schon ein gesundes Phänomen, doch in einer gewissen Beschränkung. Die Reizung der Schleimhaut des Schlundes bewirkt reflectirte Schlingbewegungen, die Reizung der Schleimhaut des Kehlkopfes, der Luftröhre, der Lungen krampfhafte Athembewegungen der Rumpfmuskeln, die Reizung der Schleimhaut des Magens die Erbrechungsbewegungen der Rumpfmuskeln. Den ganzen Umfang dieser Erscheinungen haben wir bereits oben p. 688. zergliedert. Wir haben dort gezeigt, dass zwei Nerven, die nicht durch die Centralorgane vereinigt sind, auch nicht mehr das Phänomen der Reflexion darbieten, und dass es am leichtesten zwischen sensoriellen und motorischen Nerven verwandten Ursprunges stattfindet. Daher bei Verbrennung der Haut des Armes leichter

Zuckungen der Armmuskeln als der Fussmuskeln, bei Reizung der Schleimhaut des Schlundes leichter krampfhafte Schlingbewegungen, bei Reizung der Schleimhaut des Kehlkopfes leichter Bewegungen des Kehlkopfes als anderer Theile erfolgen; wir haben ferner gezeigt, wie unter gewissen Bedingungen der ganze Apparat der Athemnerven von einer einzigen Stelle einer Schleimhaut aus in Reflexionsbewegungen gerathen kann, und wie bei krankhafter Irritation des Rückenmarkes, wie man sie durch Narcotisation erzeugt, alle motorischen Nerven durch eine blosse Berührung der Haut in Thätigkeit gesetzt werden. Auch die Zerschneidung des Rückenmarkes versetzt diess Organ in diesen Zustand. Ausserordentlich auffallend ist diess bei Salamandra maculata. Wenn man diesem Thiere den Kopf abnimmt, so bleibt der Rumpf auf den Füssen stehen, und sobald man die Haut reizt oder auch nur berührt, windet sich der Rumpf. Dieses Vermögen der Reflexion bleibt mehrere Stunden lang in allen Stücken des Rumpfes, die noch etwas vom Rückenmark enthalten. Schneidet man das ganze Thier in der Hälfte durch, so besitzt das untere Stück dieselbe Kraft wie das obere; man kann den Schwanz in viele Stücke theilen, jedes Stück, welches noch etwas vom Rückenmark enthält, zieht sich zusammen, sobald man es nur auf das leiseste berührt; ja selbst das Schwanzende windet sich noch, sobald es berührt wird. Alle diese Theile enthalten noch etwas vom Rückenmark, wie ich mich überzeugt, und diess Thier besitzt keine eigentliche Cauda equina. Dass das Rückenmark die Ursache der auf die Berührung erfolgenden Windungen ist, lässt sich thatsächlich beweisen. Denn nur diejenigen auch kleinsten Theile des Salamanders behalten diess Vermögen, welche noch etwas vom Rückenmark enthalten; diejenigen dagegen nicht, welche nichts davon enthalten, mögen sie sonst auch noch so gross seyn. Schneidet man ein Bein des Salamanders ab, so zeigt es auf mechanische Reizung der Haut keine Spur der Bewegung, und dennoch bewegt sich das Schwanzende noch, sobald man es berührt.

Die zum Rückenmarke gelangende Sensation bewirkt beim Salamander nicht allein die Bewegung der unter dem Hautreiz gelegenen Theile, sondern der ganze Rumpf bewegt sich, wenn auch nur die Schwanzspitze gereizt wird. Das Rückenmark dieser Thiere verhält sich daher durchaus anders als ein Stamm von Nerven; denn ein Stamm von Nerven, vom Rückenmark und Gehirn getrennt, empfindet nicht, und bewirkt auch keine Bewegung auf Veranlassung einer Reizung der Empfindungsnerven der Haut.

*b*) Das Rückenmark ist der Reflexion von Empfindungsnerven auf Bewegungsnerven fähig, ohne selbst zu empfinden. Die Behauptung, dass das Rückenmark auch zu dem Sensorium commune gehöre, stützt sich auf die Thatsache, dass bei geköpften Thieren Reize an der Haut des Rumpfes angebracht, Bewegungen in nahen und entfernten Theilen desselben hervorbringen. Allerdings zieht der Rumpf eines Frosches, dessen Hirn vom

Rückenmark getrennt ist, auf einen Hautreiz oft ein Glied an. Die Schildkröten thun es auch; diess findet aber seine volle Erklärung in der reflectirenden Function des Rückenmarkes, in dem Vermögen, die centripetale Wirkung eines Empfindungsnerven auf motorische Nerven zu reflectiren; wovon in dem Capitel von der Reflexion weitläufig gehandelt worden. Wir haben dort gezeigt, dass die Reflexion von einer Empfindungsreizung auf einen Bewegungsnerven durch das Rückenmark am leichtesten bei Nerven nahen Ursprunges geschieht; und es darf uns nicht wundern, wenn auf Reizung der Haut des Fusses der Fuss, auf Reizung der Haut des Armes der Arm angezogen wird. Diess geschieht eben so unwillkührlich in heftigen Verbrennungen bei Menschen; ja es geschieht auch bei jedem Menschen in den Reizungen der Schleimhaut des Schlundes, des Kehlkopfes, der Luftröhre. Immer entstehen dann unwillkührlich die Reflexionsbewegungen am leichtesten an denselben Theile; an dem Schlunde, durch unwillkührliches Schlingen, an dem Kehlkopfe durch Verengerung der Stimmritze u. s. w. Das Anziehen der Extremitäten bei einem geköpften Frosche auf Reizung der Haut derselben geschieht daher eben so wenig bewusst und mit Absicht, als der allgemeine tetanische Krampf bei Berührung der Haut einer geköpften Salamandra maculata oder eines narcotisirten Frosches. Es ist hier nur noch der Beweis zu führen, dass es auch im gesunden Zustande des Menschen reflectirte Bewegungen, nach Erregung von Empfindungsnerven, ohne alles Bewusstseyn giebt. Bei den von dem kranken Magen, Darmkanal, Nieren, Leber, Uterus erregten Erbrechungsbewegungen der Rumpfmuskeln wird die Ursache in Magen, Darm, Nieren, Uterus, Leber sehr häufig und in der Regel nicht empfunden; d. h. die nach dem Rückenmark und der Medulla oblongata gelangende centripetale Erregung der Empfindungsnerven kommt nicht zum Bewusstseyn. Und so sehen wir deutlich, dass das Rückenmark bei der Reflexion nicht nothwendig empfindet; und dass jene Beweise von dem mit Bewusstseyn verknüpften Empfindungsvermögen des Rückenmarkes ungegründet sind. Auch der vom Rumpf getrennte Kopf kann uns Reflexionserscheinungen zeigen, ohne dass eine entfernte Wahrscheinlichkeit vorhanden wäre, dass ein vom Rumpfe getrennter Kopf eines Menschen oder höhern Thieres noch bewusst empfinde. Der mit einer solchen Verletzung verbundene Blutverlust ist grösser, als irgend einer, der beim Menschen gewöhnlich schon das Bewusstseyn nimmt; abgesehen von den anderen Folgen einer solchen Verletzung wie die Zerschneidung des obersten Theiles des Rückenmarkes. Wenn der Kopf eines Hingerichteten bei Reizung des Stumpfes vom Rückenmark Zuckungen in den Gesichtsmuskeln erscheinen lässt, so ist es nicht anders möglich; ja es würde uns nicht einmal wundern, wenn die Reizung der Haut des Kopfes an einem enthaupteten Thiere oder Menschen noch Reflexionsbewegungen bewirkte; denn diess wäre durchaus dasselbe Phänomen, wie die Reflexion an Stücken eines zerstückelten Salamanders; und eben so ist die Erscheinung zu beurtheilen, dass an einem vom Rumpfe getrennten Kopfe einer jungen Katze, wel-

chem man den Finger in den Schlund bringt, der Schlund sich fest um den Finger, wie zum Schlingen anlegt.

*c*) Das Rückenmark ist ein motorisch geladener Apparat, welcher selbst nach der Trennung vom Gehirn, und ohne äussere Reize durch Entladung automatische Bewegungen hervorbringen kann. Diess ist bei den Nerven, wenigstens denjenigen des Cerebrospinalsystems, nicht der Fall, obgleich die motorische Thätigkeit des sympathischen Systems hierin dem Rückenmark gleicht. Siehe oben p. 712. Ein Gehirnnerve oder Spinalnerve, der von den Centraltheilen getrennt ist, bewirkt, ohne dass er gereizt wird, keine Bewegungen in den Muskeln mehr; das Rückenmark dagegen kann, auch von dem Gehirn getrennt, noch Entladungen nach den Muskeln bewirken. Die Salamandra maculata steht, wenn man ihr den Kopf abgeschnitten hat, noch auf ihren Füssen. Der Rumpf der enthaupteten Frösche bewegt sich zuweilen (nicht immer, und häufig gar nicht) noch, er zieht ein Bein an oder streckt es. Der Aal windet sich nach dem Abschneiden des Kopfes noch geraume Zeit. Man hat daraus geschlossen, dass auch das Rückenmark, nicht bloss das Gehirn der Sitz der willkührlichen Intention sey, und mir selbst schien diess einst eine sehr beweiskräftige Thatsache. So ist es aber nicht; denn das Rückenmark, welches beständig während des Lebens gewisse Muskeln, ohne allen Willenseinfluss in Thätigkeit setzt, kann wohl auch noch ohne willkührliche Intention gewisse Gruppen von Bewegungen ausführen, wie Flexion, Extension, Sprung, deren Gruppirung in den Centraltheilen schon vorgebildet ist. Auf der andern Seite sprechen wenigstens alle an dem Menschen und den höheren Thieren gesammelten Erfahrungen gegen den Sitz einer willkührlichen Intention im Rückenmark. Alle Verletzungen des Rückenmarkes entziehen beim Menschen immer und ohne Ausnahme sämmtliche unter der Verletzung abgehende Nerven dem Einflusse des Willens. Bei den Experimenten an Amphibien muss man sehr vorsichtig seyn. Ist der Kopf zu kurz vom Rumpfe abgeschnitten, so enthält das Rumpfstück noch einen Theil des verlängerten Markes, und dann ist allerdings noch willkührliche Bewegung des Rumpfes möglich, so gut dem obern Theile des Rumpfes eines hinter dem Kopfe getheilten Frosches noch bewusste Empfindung und Willkühr zukömmt, wie man deutlich genug in Experimenten sieht. Noch ein anderer Umstand, auf den Marshall Hall (siehe oben p. 697.) aufmerksam gemacht hat, verdient grosse Beachtung. Eine enthauptete Schlange befindet sich in dem zu den Reflexionserscheinungen geneigtesten Zustande. Eine Berührung ihrer Haut ruft reflectirte Bewegungen hervor; durch diese Bewegungen entstehen wieder neue Berührungen an verschiedenen Theilen des Körpers, die immer wieder neue Bewegungen veranlassen. Ist das Thier endlich in Ruhe gekommen, so reicht eine kleine Erschütterung oder Berührung hin, dasselbe Spiel zu wiederholen.

*d*) Das Rückenmark, zu automatischen Wirkungen auf die Bewegungsnerven fähig, lässt im Zustande der Gesundheit einen grossen Theil der Bewegungsnerven, namentlich die der Ortsbe-

wegung, ruhig, aber auf viele andere Nerven wirkt es in einem fort motorisch, indem es sie in beständigen unwillkührlichen Zusammenziehungen erhält, die erst mit der Lähmung des Rückenmarkes aufhören. Hieher gehören *a.* der Willkühr zugleich unterworfene Muskeln, wie der Sphincter ani, *b.* der Willkühr entzogene Muskeln, der Sphincter vesicae urinariae, der Darmkanal, das Herz etc. Für diese Wirkungen des Rückenmarkes muss in demselben ein eigener, mit dem Sensorium commune weniger in Wechselwirkung stehender Apparat vorhanden seyn, den wir indess anatomisch nicht nachweisen können. Bei niederen Wirbelthieren kann selbst die Gemeinschaft des Gehirns und Rückenmarkes aufgehoben seyn, und diese motorische Ausstrahlung des Rückenmarkes dauert doch noch auf die Sphincteren fort, wie Marshall Hall bei der Schildkröte sah, deren Sphincter ani nach der Enthauptung geschlossen blieb, und erst nach der Zerstörung des Rückenmarkes sich löste.

*e)* Das Rückenmark besitzt eine grosse Mittheilbarkeit seiner Zustände von einem Theile desselben auf den andern; hierdurch unterscheidet es sich durchaus von den Nerven. Hierüber sind die schon p. 632. von mir mitgetheilten Versuche belehrend. Ein Nerve eines Frosches wird, sofern das Rückenmark nicht irritirt ist, wenn er galvanisirt wird, seinen Zustand nicht auf das ganze Rückenmark übertragen. Reizt man eine vordere oder hintere Wurzel der letzten Rückenmarksnerven des Frosches, die man durchgeschnitten, an dem mit dem Rückenmarke zusammenhängenden Stücke durch ein einfaches Plattenpaar, so wirkt diess nicht durch das Rückenmark durch bis zu den vorderen Theilen des Körpers, und es entstehen keine Zuckungen am Kopfe. Reizt man aber das Ende des Rückenmarkes auf diese Art, so zucken auch die Muskeln der vorderen Theile des Körpers. Hieraus begreift man, wie eine Rückenmarkskrankheit, auch wenn sie anfangs ihren Sitz in dem untern Theile des Rückenmarkes hat, allmählig doch schon durch blosse Wechselwirkung, auch die oberen Rumpftheile, die Theile des Kopfes afficirt, wie z. B. bei der durch Ausschweifungen bedingten Schwäche des untern Theiles des Rückenmarkes Amblyopie, Ohrensausen etc. vorkommen.

*f)* Bei einer grossen Irritation des Rückenmarkes, in der Entzündung, nach heftigen Reizungen der Nerven (Tetanus traumaticus), und in der Narcotisation geräth das ganze Rückenmark in diesen Zustand, auch nach allen willkührlichen Muskeln beständige Entladungen zu bewirken. Jene Tension, die es im Zustande der Gesundheit auf die Sphincteren ausübt, ist dann allgemein; es entstehen allgemeine Convulsionen oder tetanische Krämpfe, die sich von Zeit zu Zeit wiederholen, und in manchen Muskeln, wie den Kaumuskeln, selbst anhaltend sind. Diese Zustände sind bald acut, wie in den oben angeführten heftigen Verletzungen, bald chronisch, wie in der Epilepsie, mag die Irritation nun von Krankheiten der Centralorgane selbst (Epilepsia cerebralis, spinalis), oder von einzelnen Nerven, z. B. Nervengeschwülsten, sich ausbreiten. Eine ähnliche, aber geringere Reizbar-

keit des Rückenmarkes mit leicht abwechselnden Bewegungen zeigt sich auch in den clonischen Krampfformen, Chorea St. Viti etc.

*g*) Bei der Narcotisation durch die Gifte, welche Krämpfe erzeugen, ist das Rückenmark und nicht die Nerven die Ursache der krampfhaften Bewegungen. Wenn man ein Thier durch Nux vomica oder Strychnin vergiftet, und vorher die Nervenstämme der Extremitäten durchschneidet, so entstehen bei dem erfolgenden Starrkrampfe keine Krämpfe in den Theilen, deren Nerven vorher durchschnitten waren. Es geht daraus hervor, dass jene Gifte auf die Centraltheile, und durch diese auf die Nerven wirken. Wenn man das Rückenmark selbst vor der Vergiftung eines Thieres, oder nach derselben durchschneidet, so erfolgen die Krämpfe dennoch in den Theilen hinter dem Durchschnitt. Diese Gifte wirken daher auf jeden motorisch geladenen Theil des Rückenmarkes bis zum Tode. Backer *commentatio ad quaestionem physiologicam. Traject.* 1830.

*h*) Das Rückenmark ist aber durch seine motorische Spannung die Ursache der Kraft unserer Bewegungen. Die Intensität unserer Kraftanstrengungen hängt grossentheils von diesem Organe ab. Wenn auch der grösste Theil der motorischen Nerven in der Regel, ohne das Hinzukommen der Willensbestimmungen, von ihm unthätig gelassen wird, so hängt von ihm doch die Stärke und Dauer der motorischen Entladungen ab, welche das Sensorium commune willkührlich bewirkt. Beständig enthält diess Organ gleichsam einen Vorrath von motorischer Kraft, und wenn es durch die Fortleitung der Nervenfasern vom Gehirn aus als Conductor der von dem Sensorium commune ausgehenden Oscillation wirkt, so hängt die Intensität der erfolgenden Wirkung nicht bloss von der Stärke des Willens, sondern von dem Quantum des in dieser Säule angehäuften motorischen Nervenprincipes ab. Daher kann das Rückenmark auch seine Fähigkeit als Conductor behalten, während es die zweite Eigenschaft, die Kraft der Muskelbewegung, aufgegeben hat; diess geschieht bei der Tabes dorsalis. Bei dieser nur nach Ausschweifungen erfolgenden Krankheit mit Atrophie des Rückenmarkes, ist anfangs kein einziger Muskel der unteren Extremitäten gelähmt; alle gehorchen, und selbst in einem vorgerückten Stadium der Krankheit noch dem Willen, der Kranke kann alle Bewegungen ausführen, und das Rückenmark ist offenbar noch ein unversehrter Conductor für die von dem Sensorium commune ausgehende Oscillation oder Strömung. Aber die Kraft der Bewegungen ist erloschen; der Kranke kann nicht lange stehen, gehen, und die Abnahme der Kräfte nimmt immer fort bis zum gänzlichen Erlöschen zu, worauf die Lähmung vollkommen ist. Man muss diese Art der Lähmungen sehr von anderen unterscheiden, wo die Leitung in der motorischen Säule an einer Stelle unterbrochen i t, die entsprechenden Muskeln dem Willen nicht mehr gehorchen, und alle übrigen die ganze Kraft der Bewegung behalten können.

*i*) Aber nicht allein die Intensität der Bewegungen, auch die Intensität der organischen Nervenwirkungen hängt von diesem Organe ab, die Ausübung des Geschlechtstriebes ist durch dasselbe

bedingt. Unstreitig ist das Rückenmark bei dem Coitus am meisten in Affection; man sieht diess aus den heftigen Reflexionsbewegungen, die nach den Empfindungsreizungen der Ruthennerven folgen, aus den Reflexionsbewegungen der Samenbläschen und der Dammmuskeln. Die auf die Ausübung des Geschlechtstriebes folgende Abspannung kann nur in dem Rückenmarke ihren Grund haben. Erst allmählig wird dieses Organ wieder in die zum Geschlechtstriebe nöthige Tension seiner Kräfte versetzt; es entsteht wieder jener Ueberfluss, jene Spannung des wirksamen Princips in diesem Organe, wo jede Stimmung des Sensoriums auf geschlechtliche Gegenstände Erection bewirken, wo die Vorstellung den geladenen Zustand des Rückenmarkes gleichsam entladen kann, um auf den von ihm ausstrahlenden organischen Nerveneinfluss jene Anhäufung des Blutes in der Ruthe zu bewirken. Diese Potenz des Rückenmarkes geht aber durch Affectionen des Rückenmarkes auch verloren. Wie diess Organ auf die organisch-chemischen Vorgänge des Capillarsystems durch die organischen Nerven Einfluss hat, sieht man nicht allein an der veränderten Hautabsonderung bei Ohnmachten, sondern deutlicher noch an der Beschaffenheit der Haut bei Menschen, bei denen das Rückenmark durch Ausschweifungen gelitten hat. Wenn nämlich die Ausübung des Coitus zu häufig auf einander erfolgt, so tritt nicht allein Kraftlosigkeit ein, sondern auch verminderter Turgor der Haut, verminderte Perspiration, Trockenheit derselben, verminderte Wärmeerzeugung, Kaltwerden der Füsse, Hände, Genitalien. Aber selbst die Wirkung der Nerven durch das Rückenmark bei der Erection scheint mehr organisch zu seyn, als mit den sonstigen Wirkungen der Cerebrospinalnerven übereinzukommen. Durch Action der Muskeln ist die Erklärung der Blutanhäufung im Penis nicht möglich. Nach einer vor Kurzem von mir gemachten Entdeckung über den merkwürdigen Bau gewisser Arterien im Innern der Corpora cavernosa lernen wir aber ganz neue Elemente der Erklärung der Erection kennen. Ich habe nämlich gefunden, dass es ausser den letzten feinsten, in Venenanfänge übergehenden, und zur Ernährung der Corpora cavernosa dienenden Zweigen der Arteriae profundae penis noch eine ganz andere Art von Zweigen derselben giebt, welche theils kurze rankenartige Auswüchse, theils Quästchen solcher rankenartigen Auswüchse sind, und welche sämmtlich mit einem blinden stumpfen oder stumpfspitzen Ende in die Zellen der Corpora cavernosa frei hereinragen. Obgleich sich in den Wänden dieser freien Arterienauswüchse, die ich zuerst beim Menschen, hernach auch bei Affen, Hunden, Pferden, immer aber im hintern Theile der Corpora cavernosa am deutlichsten fand, keine Oeffnungen sehen lassen, so erleidet es doch keinen Zweifel, dass sie es sind, welche das Blut, das bei der Ernährung durch die viel feineren Zweige der Arteriae profundae penis in die Venenanfänge übergeht, bei der Erection sogleich in Masse in die venösen Zellen ergiessen. Diess ist aber nicht anders denkbar, als dass diese ranken- und quastartigen Arterienauswüchse bei der Erection durch den vom Rückenmark ausströmenden Nerveneinfluss das

Blut in grösserer Quantität aus den Arterienstämmen durch eine organische Affinität anziehen, und im sehr erweiterten Zustande dieser Auswüchse frei in die Zellen ergiessen. Die die Arteriae profundae begleitenden Nervenzweige sind deutlich grau, sie gehören dem organischen Nervensystem an; ich habe sie an dem Stamme und den Hauptästen der Arteria profunda penis verfolgen können. Diese Entdeckung wirft zugleich ein neues Licht auf die Wechselwirkung des Blutes und der kleinsten Gefässe, auf jene Anziehung, auf jenen Turgur vitalis, den man immer annehmen musste, für welchen man aber keine solche Thatsachen kannte, die für viele andere Thatsachen erklärend sind. Alle diese Erscheinungen sind aber offenbar von der Thätigkeit des Rückenmarkes abhängig. Dieses Organ ist auch der Gegenstand einer krankhaften Impression bei allen fieberhaften Affectionen, und die dem Fieber eigene Veränderung der Sensationen, der Bewegungen und der organischen Wirkungen, Absonderungen, Wärmeerzeugung sind nur durch den Antheil eines solchen Organes erklärlich, wie dasjenige ist, dessen Eigenschaften, wir in diesem Capitel zu zergliedern gesucht haben. Da die Affectionen der Cerebrospinalnerven nicht leicht Fieber, sondern leichter andere Nervenkrankheiten erregen, und da das Fieber durch nichts leichter, als durch Veränderung der Capillargefässactionen in irgend einem Theile, sey es nun Veränderung des Zustandes der Schleimhäute, oder Entzündung in irgend einem Organe, entsteht, so liegt es sehr nahe, anzunehmen, dass bei dem Fieber eine solche auf das Rückenmark verpflanzte und von dort auf alle Nerven reflectirte Impression stattfinde, welche von einer heftigen Affection der organischen Nerven irgend eines Theiles (bei Entzündung oder anderer Reizung) ausgeht.

Was die organischen Wirkungen des Rückenmarkes, verglichen mit denen des Gehirns, betrifft, so wissen wir aus Flourens Versuchen und den Bestätigungen von Hertwig, dass ein Vogel nach Wegnahme der Hemisphären des grossen Gehirns, wenn man ihm das Futter einstopft, doch noch geraume Zeit ernährt werden kann, ohne abzumagern. Hertwig *experimenta quaedam de effectibus laesionum in partibus encephali. Berol.* 1826.

## *III. Capitel.* Vom Gehirn.

### I. Vergleichung des Gehirns der Wirbelthiere.

In keinem Theile der Physiologie kann man grössere Anforderungen an die vergleichende Anatomie machen, als in der Physiologie des Gehirns. Hier zeigen sich nach der Entwickelung der intellectuellen Fähigkeiten in den verschiedenen Classen die grössten Unterschiede, welche für die Deutung der Hirntheile von der grössten Wichtigkeit sind; aber auch die Nothwendigkeit, über die Bedeutung der Hirntheile Versuche an Thieren anzustellen, macht uns die Vergleichung der Gehirne der Thiere so unentbehrlich. Daher habe ich für nöthig gehalten, vor der

Untersuchung der Eigenschaften und Kräfte des Gehirns eine Vergleichung des Gehirns der Wirbelthiere vorauszuschicken. Diese Betrachtungen müssen von dem Fötuszustande des Gehirns des Menschen und der höheren Thiere ausgehen, weil dieser, wie überhaupt bei Vergleichungen dieser Art, mehr sichere Vergleichungspunkte darbietet.

Schon bei einer oberflächlichen Vergleichung des Gehirns des Menschen mit dem der höheren Wirbelthiere zeigt sich, dass die Hemisphären des grossen Gehirns, welche mit ihrem hintern Theile beim Menschen nicht allein die Vierhügel, sondern selbst das kleine Gehirn überragen, ohne mit den Theilen, welche sie bedecken, zu verschmelzen, bei den Thieren sich mehr und mehr nach vorn zurückziehen, und die bei dem Menschen bedeckten Theile von oben frei lassen. Bei den Nagethieren sehen wir schon das kleine Gehirn frei, bei den Vögeln sind es auch die Vierhügel, und noch mehr ist diess bei den Amphibien der Fall. In demselben Grade, als sich die Hemisphären verkleinern, vergrössern sich bei den Thieren die Vierhügel, und wenn diese bei den Amphibien noch bedeutend kleiner als die Hemisphären des grossen Gehirns sind, so ist bei den Fischen das Verhältniss dieser Theile so verändert, dass man in Zweifel ist, was man für das eine und für das andere halten soll. Das Gehirn dieser Thiere zeigt uns nämlich nur eine Reihe von theils paarigen, theils unpaarigen Anschwellungen. Die hinterste unpaarige, über dem verlängerten Marke gelegene, den vierten Ventrikel deckend, ist das kleine Gehirn; vor ihm liegt ein Hügelpaar, oft das grösste, hohl in seinem Innern, von welchem grösstentheils die Sehnerven entspringen; vor diesen liegen ein Paar solide Anschwellungen, in der Mitte noch zusammenhängend, und vor diesen oft noch zwei von einander abgesonderte Anschwellungen am Ursprunge der Geruchsnerven. Nur das Fötusgehirn der höheren Thiere gleicht einigermaassen dem Hirn der niederen Wirbelthiere; denn die Hemisphären sind klein, überragen anfangs weder das kleine Gehirn, noch die Vierhügel, und es giebt eine Zeit, wo die Vierhügel nicht kleiner sind als die Hemisphären des grossen Gehirns. In diesem Falle findet man eine ähnliche Reihe von Anschwellungen, wie am Gehirn der Fische, zu hinterst das unpaare kleine Gehirn; vor ihm die grossen blasigen Vierhügel, noch nicht in das vordere und hintere Paar abgetheilt, im Innern hohl (Ventriculus Sylvii, wo später der Aquaeductus Sylvii ist); vor ihnen die Hemisphären, bei den Säugethieren mit den Lobi olfactorii an ihrem vordern Ende. Siehe Tiedemann a. a. O. Das Gehirn der Säugethiere ist indess in der jüngsten Zeit des Fötuslebens nicht hinreichend genau bekannt, um fruchtbare Vergleichungen mit dem der Fische anzustellen. Hierzu sind nur von Baer's Beobachtungen am Hühnerembryo (Burdach's *Physiologie*. 2.) geeignet. Nach von Baer's Untersuchungen zeigt das Gehirn des Vogelembryos von hinten nach vorn folgende Anschwellungen:

1) das unpaare kleine Gehirn, den vierten Ventrikel über der Medulla oblongata überdeckend, vor ihm

2) Die Blase der Vierhügel, von welchen vorzüglich der N. opticus entspringt, hohl in ihrem Innern, mit dem Ventriculus Sylvii, der auch in den, beim Erwachsenen aus einander nach unten gedrängten Vierhügellappen oder Lobi optici enthalten ist.

3) Die Blase des dritten Ventrikels. Der dritte Ventrikel, welcher von den Sehhügeln seitlich und von dem Trichter unten begrenzt wird, ist nämlich beim Embryo noch nicht von den noch sehr kleinen Hemisphären bedeckt; aber gleichwohl ist er anfangs oben nicht offen, vielmehr besitzt er eine blasige Decke, welche erst später in der Mittellinie vorn eine Spalte erlangt, indem diese Blase in der Mittellinie von vorn nach hinten aufreisst, während sich der hintere Theil der Decke zur spätern Zirbel zusammenzieht, so dass die spätern Schenkel der Zirbel die frühere Ausdehnung der mittlern Decke andeuten. In der Blase des dritten Ventrikels sind die Sehhügel enthalten.

4) Vor der Blase des dritten Ventrikels liegt die Doppelblase der Hemisphären, hohl und auf ihrem Boden die gestreiften Körper enthaltend. Diese Blase, anfangs kleiner als die Blase der Vierhügel oder Lobi optici, vergrössert sich und wächst nach hinten allmählig über die Blase des dritten Ventrikels und seine Spalte hinüber; anfangs ist diese Blase an ihrer hintern Grenze gegen die Blase des dritten Ventrikels nicht eingerissen, d. h. die Fissura cerebri magna des grossen Gehirns, durch welche man beim Erwachsenen unter dem hintern untern Rande der Hemisphären in die Höhle der Hemisphären gelangt, ist anfangs nicht vorhanden; so dass man zu einer gewissen Zeit nur durch die Spalte der Blase des dritten Ventrikels in die Blasen der Hemisphären, die mit der Blase des dritten Ventrikels zusammenhängen, kommen kann. Nachdem aber die Grenze, wo der untere hintere Rand der Hemisphärenblasen, welche die Blase des dritten Ventrikels beutelförmig hinten überragen, und der vordere Rand der letzten Blase zusammenhängen, jederseits eine Querspalte erhalten hatte, ist die Fissura cerebri magna entstanden, durch welche man bekanntlich beim Gehirn des Erwachsenen nach Wegnahme der Gefässhaut, unter den hinteren Schenkeln des Fornix in die Seitenventrikel gelangen kann.

Hierauf lassen wir eine kurze Beschreibung des Fischgehirns folgen. Am besten geht man mit Cuvier von dem Cerebellum aus, über welches kein Zweifel obwalten kann.

1) Cerebellum, es ist unpaarig, liegt quer über dem verlängerten Marke, und deckt den vierten Ventrikel, der sich unter ihm nach hinten, wie bei allen Thieren, öffnet.

2) Lobi optici. Vor dem kleinen Gehirn liegen oben ein Paar hohle Lappen, an einer Mittelfurche ihrer obern Wand verbunden; sie geben dem N. opticus den Ursprung, und dürfen mit dem Thalamus der höheren Thiere nicht verwechselt werden. Ihre Wände enthalten zwei Faserschichten, die äussere Lage streicht von hinten und aussen nach unten und innen, die innere Lage strahlt von unten nach aussen und oben in den Wänden der Lobi optici aus. Auf dem Boden liegen (nur bei den Knochenfischen) zwei Paar Körperchen, die aussen von einem grauen

Wulst umgeben sind, von welchem die innere Ausstrahlung ausgeht; vor diesen ist eine Vertiefung, der dritte Ventrikel, der zur Hypophysis führt; vor dem dritten Ventrikel ist die vordere Commissur. Von diesen Lappen gehen die Sehnerven ab, und zwar von der äussern Faserschicht. Vor den grauen Körperchen öffnet sich die unter ihnen aus dem vierten Ventrikel kommende Wasserleitung in den dritten Ventrikel. Am vordern Ende der Lobi optici, zwischen diesen und den Lobi anteriores, befindet sich in der Mittellinie eine Oeffnung, welche schlecht zu der Ansicht derjenigen passt, welche diese Lappen mit den Hemisphären der höheren Thiere vergleichen. Der N. trochlearis entspringt hinter den Lobi optici, und hinter den grauen Körperchen vor dem kleinen Gehirn.

3) Unter den Lobi optici liegen an der Basis des Gehirns vor der Medulla oblongata zwei kleine Anschwellungen, Lobi inferiores; auch von ihnen gehen nach Cuvier Fasern zum Sehnerven ab, was Gottsche läugnet. Sie enthalten selten eine Höhle, die mit dem dritten Ventrikel communicirt.

4) Lobi anteriores; sie sind grau, liegen vor den Lobi optici, sind in der Regel kleiner als jene, ausserordentlich gross sind sie bei den Rochen und Haien; sie sind in der Mittellinie verbunden durch eine oder zwei Commissuren; ihre Oberfläche zeigt zuweilen Windungen. Sie sind nicht hohl; ausser bei den Haien und Rochen, wo sie grösser sind als die Lobi optici. Von ihnen entspringen die Geruchsnerven entweder unmittelbar oder mit einer Anschwellung; diese Anschwellungen der Geruchsnerven, Lobi olfactorii, sind dann aber von einander getrennt und ohne Commissur.

5) Bei einigen Fischen (Muraena) findet sich eine Art Glandula pinealis; sie liegt dann vor den Lobi optici, und ist durch zwei Schenkel an die hintere Basis der Lobi anteriores befestigt.

6) Die meisten Fische haben Anschwellungen des verlängerten Markes, welche dem Ursprunge des N. vagus entsprechen, Lobi posteriores. Cuvier *hist. nat. des poissons. T.* 1.

Bedenkt man, dass am Ursprunge der N. olfactorii aus den Lobi anteriores oft ein Tuberculum olfactorium sich befindet, aus den Lobi optici die Sehnerven, aus den Lobi posteriores die N. vagi entspringen, so sieht man deutlich, wie die Lappen des Gehirns der Fische grossentheils durch Centralmassen für die Hauptnerven entstehen, gleich wie selbst am Rückenmark der Triglen, wo die grossen Nerven für die freien Fortsätze unter ihren Brustflossen entspringen, eine Reihe von fünf Paar Anschwellungen, und am Ursprunge der Armnerven und Schenkelnerven am Rückenmark bei allen Wirbelthieren Anschwellungen des Rückenmarkes sich befinden.

Ueber die Deutung des Fischgehirns im Vergleiche mit dem Gehirne der höheren Thiere giebt es folgende Ansichten.

1) Einige, wie Cuvier, vergleichen die Lobi optici der Fische mit den Hemisphären des grossen Gehirns der höheren Thiere; diese stützen sich auf die Existenz des dritten Ventrikels

auf dem Boden des mittlern Theiles der Lobi optici, auf die vor diesem Ventrikel befindliche Commissur; sie vergleichen die Anschwellungen hinter dem dritten Ventrikel auf dem Boden der hohlen Lobi optici mit den Vierhügeln; die Lobi olfactorii vor den Lobi optici vergleichen sie mit den Lobi olfactorii der Amphibien, Vögel und Säugethiere am Anfange ihrer Hemisphären. Gottsche, dessen treffliche und genaue Arbeiten *über das Gehirn der Fische,* in Mueller's *Archiv* 1835. mitgetheilt werden, neigt sich ebenfalls zu dieser Ansicht hin. Dagegen spricht die Lage der Zirbel vor den Lobi optici, die, wenn diese die Hemisphären repräsentirten, vor den Vierhügeln liegen müsste, die Kleinheit der Hügelchen auf dem Boden der hohlen Lobi optici, da hingegen die Vierhügel der Vögel und Amphibien sehr gross und hohl sind; die Commissuren der sogenannten Lobi anteriores der Fische, sprechen nicht dagegen, da auch die Lobi der Geruchsnerven bei den höheren Thieren eine Commissur haben.

2) Die Meisten, wie Arsaky, Carus (er nennt die Lobi optici Sehhügel), Tiedemann, Serres, Desmoulins halten die L. optici für Analoga der Vierhügel der höheren Thiere, die vor ihnen liegenden meist soliden Lappen für die Hemisphären; und diese stützen sich auf die Grösse der Vierhügel, und ihre Hohlheit bei den Vögeln und Amphibien, als Theile, die nach abwärts an Grösse immer zunehmen, auf den theilweisen Ursprung der Sehnerven aus den Corpora quadrigemina bei den höheren Thieren, auf die sehr bedeutende Grösse und Hohlheit der Corpora quadrigemina bei dem Fötus der höheren Thiere, welche zu einer gewissen Zeit des ersten Fötuslebens sogar alle Theile des Gehirns an Grösse übertreffen. Für diese Ansicht spricht auch die Lage der Zirbel vor den Lobi optici der Fische. Dagegen sprechen aber die Solidität der vor den Lobi optici liegenden Lappen, die man mit den Hemisphären vergleicht (sie sind nur bei den Knorpelfischen hohl), die Anschwellungen auf dem Boden der Lobi optici, die in den Corpora quadrigemina der höheren Thiere nicht vorkommen, die Lage des dritten Ventrikels auf dem Boden der Lobi optici und die Commissur vor diesem Ventrikel.

3) Treviranus vergleicht die Lobi optici der Vögel mit dem hintern Theile der Hemisphären der Säugethiere mit sammt den Vierhügeln, namentlich der Vereinigung der Corpora geniculata mit den Vierhügeln; vorzüglich gründet sich diese Ansicht darauf, dass in die hohlen Lobi optici der Vögel und Amphibien der hintere Theil der Sehhügel hineinragt. Hiernach wären nun die Lobi optici einer Vereinigung des hintern Theiles der Hemisphären mit den Wänden der beim Fötus ganz hohlen Vierhügel gleich zu achten. Diese Ansicht ist offenbar die wahrscheinlichste; sie wird noch mehr durch von Baer's Beobachtungen am Gehirne des Vogelfötus gestützt, wo zwischen den Hemisphären und hohlen Vierhügeln noch die Blase des dritten Ventrikels liegt; die im Gehirn der Fische mit der Höhle der Vierhügel zusammengeflossen zu seyn scheint. Die vordere Oeffnung der Lobi optici der Fische in der Gegend der Zirbel

könnte mit der in der Hirnblase des dritten Ventrikels, nach von Baer sich bildenden Spalte verglichen werden. Dass die Lobi optici der Fische grossentheils mit den Vierhügeln, die vor ihnen liegenden Lappen mit den Hemisphären übereinkommen, lehren auch die Experimente von Flourens über die Kräfte dieser Theile bei den Fischen im Vergleich mit den Eigenschaften der Hirntheile der Säugethiere, Vögel, Amphibien. Die Lobi inferiores der Fische werden von Desmoulins mit den Corpora mammillaria der Säugethiere, von Cuvier mit den Lobi optici der Vögel verglichen, die noch tiefer herabgestiegen wären. Indessen sind die Lobi optici der Vögel, obgleich sie ganz aus einander und nach unten und aussen gedrängt, nur durch eine Querbinde vereinigt sind, wenn auch die Corpora geniculata nach Treviranus mit ihnen verschmolzen seyn mögen, doch vorzüglich den grossen Vierhügeln des Fötus der Säugethiere zu vergleichen, und also auch den Lobi optici der Fische analog. Gottsche läugnet die Fasern des Sehnerven von den Lobi inferiores.

Vergleicht man die Amphibien und Vögel mit den Säugethieren, so zeigt sich, dass die ersteren zwar den Fornix, aber noch nicht die grosse Commissur der Hemisphären, das eigentliche Corpus callosum besitzen, welches zuerst bei den Säugethieren vollständig auftritt; dass ihre Lobi optici noch hohl sind, während die Vierhügel der Säugethiere nur den Aquaeductus Sylvii, und nur im Fötuszustande eine Höhlung enthalten, und dass die Lobi optici noch nicht wie die Corpora quadrigemina der Säugethiere in ein vorderes und hinteres Hügelpaar zerfallen. Die Eminentiae candicantes werden noch vermisst. Auch fehlt den Vögeln und Amphibien der aussen sichtbare Theil des Pons Varolii, welcher letztere ihnen indess mit Unrecht abgesprochen wird, weil die tiefern Querfasern zwischen den Bündeln der Medulla oblongata auch bei den Säugethieren und dem Menschen doch zum Pons gehören. Die Seitentheile des kleinen Gehirns sind weniger als bei den Säugethieren ausgebildet. Die Säugethiere, mit dem Menschen verglichen, zeigen immer noch eine relativ geringere Ausbildung der Hemisphären; so dass vielen die Abtheilung des Gehirns in mehrere Lappen ganz abgeht, und erst die Wiederkäuenden, Reissenden, Dickhäutigen und die Einhufer eine deutlichere Abtheilung in zwei Lappen zeigen, die mehr dem vordern und mittlern als hintern Lappen des Gehirns des Menschen entsprechen, womit der Mangel des hintern Horns der Seitenventrikel bei den meisten (mit Ausnahme der Affen, Seehunde, Delphine) übereinstimmt. Auch die Windungen sind bei vielen Säugethieren, wie den Nagethieren, Fledermäusen, dem Maulwurf, dem Igel, den Gürtelthieren und Ameisenfressern noch kaum angedeutet, und nur bei den reissenden Thieren, den Wiederkäuern, Einhufern, Dickhäutigen und Affen deutlich, aber einfacher als bei dem Menschen. S. Carus *vergl. Zoot.* 1. 75. Die untere Commissur des kleinen Gehirns, Pons Varolii, erscheint zwar bei den Säugethieren schon aussen sichtbar, ist aber noch schmal; daher man die Pyramiden des verlängerten Markes in ihrem Verlaufe weiter

bloss liegen sieht, wo sie beim Menschen von der untersten Lage der Querfasern des Pons viel mehr bedeckt werden. Bei vielen Säugethieren sind auch Bündel der Querfasern, welche das verlängerte Mark umfassen, hinter der eigentlichen Brücke liegend, von dieser getrennt. TREVIRANUS *vermischte Schriften.* 3. 12.

An dem verlängerten Marke sieht man die olivenförmigen Körper weder äusserlich gut, noch die zackige Figur im Innern deutlich, die markigen Querstreifen auf dem Boden der vierten Hirnhöhle fehlen in der Regel, und das kleine Gehirn besitzt eine geringere Zahl der Blätter, wie es im Allgemeinen an Grösse dem menschlichen nachsteht; dahingegen die Flocken, wie bei den Vögeln stärker entwickelt sind, und wie dort oft eigene Vertiefungen des Felsenbeines in Anspruch nehmen. Die Lobi olfactorii am vordern Ende der Hemisphären des grossen Gehirns der Vögel sind in den Riechkolben der Säugethiere noch vorhanden, die sich aber von den Riechnerven des Menschen darin unterscheiden, dass sie hohl sind, und dass ihre Höhlen in unmittelbarer Verbindung mit den Seitenhöhlen der Hemisphären des grossen Gehirns stehen.

## II. Von den Kräften des Gehirns und von den Seelenthätigkeiten im Allgemeinen.

Das Gehirn der Thiere vergrössert sich von den Fischen bis zum Menschen, nach der Entwickelung der intellectuellen Fähigkeiten, mehr und mehr. Aus den von CARUS (*Lehrbuch der vergl. Zootomie*) angegebenen Verhältnissen ergiebt sich, dass es sich zur Masse des ganzen Körpers bei Gadus lota wie 1 : 720, beim Hecht wie 1:1305, beim Wels wie 1:1837, beim Salamander wie 1:380, bei der Landschildkröte wie 1:2240, bei der Taube wie 1 : 91, beim Adler wie 1 : 160, beim Zeisig wie 1 : 231, bei der Ratte wie 1 : 82, beim Schaf wie 1 : 351, beim Elephanten wie 1 : 500, beim Gibbon wie 1 : 48, beim Winselaffen wie 1 : 25 verhält. Das grösste Gehirn eines Pferdes wiegt nach SOEMMERRING 1 Pfund 14 Loth, das kleinste eines ausgewachsenen Menschen 2 Pfund 11 Loth; doch zeigt das Pferdegehirn auf seiner Grundfläche gegen zehnmal dickere Nerven als das des Menschen. Das Gehirn unseres 75 Fuss langen Wallfisches wog 5 Pfund $10\frac{1}{4}$ Loth, das Gehirn des Menschen dagegen wiegt nach SOEMMERRING 2 Pfund 11 Loth bis 3 Pfund $3\frac{3}{4}$ Loth. Bedenkt man nun, dass das Rückenmark bei weitem weniger bei den niederen Wirbelthieren abnimmt, indem es sich z. B. bei Gadus lota zur Masse des Körpers wie 1 : 481, bei Salamandra terrestris wie 1 : 190, bei der Taube wie 1 : 305, bei der Ratte wie 1 : 180 verhält, so ergiebt sich deutlich, dass die Entwickelung der intellectuellen Fähigkeiten in der Thierwelt nicht von der Stärke des Rückenmarkes, sondern des Gehirns abhängig ist. Wir sehen aus den bedeutenden Variationen des Verhältnisses in einer und derselben Classe, dass die Grösse des Gehirns im Allgemeinen auch hier nicht genau auf die Beherrschung der Masse des Körpers berechnet ist, dass die Stärke der motorischen Apparate für

die Beherrschung der Muskelmassen nicht in ihm, sondern in dem Rückenmarke zu suchen ist.

Indessen schreiten nicht alle Theile des Gehirns in der Thierwelt mit der Entwickelung der intellectuellen Fähigkeiten gleich fort. Das Uebergewicht des Gehirns der höheren Thiere über das der niederen entsteht vorzüglich nur durch die Ausbildung der Hemisphären des grossen Gehirns. Das kleine Gehirn ist zwar bei den höheren Thieren verhältnissmässig auch grösser als bei den niederen, aber in einem weit schwächeren Verhältnisse. Die Vierhügel sind geradezu verhältnissmässig kleiner, und eben so sind das verlängerte Mark und seine Verzweigungen in das Gehirn bei dem Menschen verhältnissmässig nicht grösser als bei irgend einem Thiere. Durch diesen Theil müssen bei allen Thieren auf gleiche Art alle Nervenfasern des ganzen Rumpfes in das Gehirn eintreten. Wir sehen daraus schon vorläufig, dass das Gehirn Theile enthält, die bei allen Wirbelthieren eine gleiche Bedeutung haben und gleich wichtig für das Leben sind; wie denn in der That die Verletzung der Medulla oblongata für alle gleich tödtlich, gleichsam das Centrum des Lebens und aller willkührlichen Bewegungen angreift, während die Verletzung der Hemisphären bei den Amphibien eine weit geringere Störung in den Lebensverrichtungen erzeugt, als die Verletzung dieser Theile bei den mit höheren intellectuellen Fähigkeiten begabten Wesen.

Ohne indess jetzt schon die Kräfte der verschiedenen Hirntheile ausser den intellectuellen Fähigkeiten zu untersuchen, wollen wir zuerst das Verhältniss der Seelenthätigkeit zu dem Gehirn überhaupt betrachten. Die vergleichende Anatomie zeigt uns schon, dass wir in dem Gehirne die Quelle der intellectuellen Fähigkeiten suchen müssen, und sowohl die Versuche an den Thieren, als die Geschichte der Verletzungen desselben im Vergleich mit anderen Organen, bestätigen es. Es ist nun hier zu beweisen, dass die Seelenfunctionen in keinem andern Theile des Nervensystems, noch des Körpers überhaupt, als in dem Gehirne stattfinden.

Was zuerst die Nerven betrifft, so zeigen die Folgen ihrer Verletzung, dass sie von dem Hirneinflusse getrennt, auch dem Willenseinflusse und dem Bewusstwerden ihrer Zustände entzogen sind; das Rückenmark verhält sich in dieser Hinsicht ganz gleich den Nerven. Siehe oben p. 791. Jede Rückenmarksverletzung entzieht mit dem Hirneinflusse auch den Willenseinfluss auf alle unter der verletzten Stelle abgehenden Nerven, dahingegen alle über der verletzten Stelle des Rückenmarkes, so wie der obere Theil durchschnittener Nerven noch Empfindungen zum Bewusstseyn bringen können, und den Willenseinfluss von dem Gehirne aus erfahren; der vordere Rumpftheil des Frosches hinter dem Kopfe von dem Stamme getrennt, empfindet noch und bewegt sich noch willkührlich. Durch diese Theilung hat also das Organ der intellectuellen Vermögen nichts von seinen Kräften, sondern nur an dem Bereich der Theile, über welche es herrscht, verloren, gerade so, wie der Amputirte durch den Verlust seiner Glieder nichts von seinen intellectuellen Fähigkeiten, sondern nur an Mitteln einbüsst, sie handelnd zu äussern.

Noch weniger als das Rückenmark kann irgend ein anderer Theil des Rumpfes der Sitz der Seelenfunctionen seyn. Die Glieder können amputirt werden; die Eingeweide können brandig d. h. todt seyn, und die Seele kann klar seyn, so lange das Leben in diesen Fällen besteht; ja es kann nach dem Eintritt des Brandes in einer entzündlichen Krankheit sogar die ganze Klarheit des Bewusstseyns, die verloren war, wieder eintreten. Dass in entzündlichen Krankheiten wichtiger Eingeweide oft Delirien eintreten, darf uns nicht wundern; denn von jeder Stelle des Körpers, auch von solchen, die man ohne Verlust der Seelenfähigkeiten amputiren kann, wie die Extremitäten, kann eine heftige entzündliche Affection durch die auf das Sensorium commune gemachte heftige Impression Delirium erzeugen. Eine heftige Hautentzündung bewirkt Delirium: warum sollte es nicht die Entzündung eines Eingeweides thun; und doch kann jener Theil der Haut mit dem ganzen Gliede fehlen, und die Seele nichts entbehren. Hört nun dieser heftige Eindruck eines kranken Theiles auf die Centralorgane durch den Brand oder Tod dieses Theiles auf, so ist auch gleichsam der Schleier gehoben, welcher das Sensorium commune klar zu wirken hinderte, und auf kurze Zeit bis zu dem Tode tritt die ganze Klarheit des Bewusstseyns oft wieder ein. Auf diese Art lässt sich zeigen, dass alle in dem Unterleibe enthaltenen Eingeweide der Sitz von Seelenfunctionen nicht seyn können. Die entzündlichen Krankheiten der in der Brusthöhle enthaltenen wichtigen Theile, der Lungen und des Herzens können schon tödten, ehe es zu einer Störung des Sensoriums kommt. Wir können indess an ihren chronischen Krankheiten, an ihren Degenerationen auch mit Evidenz zeigen, dass sie der Sitz von Seelenverrichtungen nicht sind. Der Lungenkranke verliert nichts von seinen Seelenkräften trotz der gänzlichen Zerstörung seiner Lungen. Der Herzkranke kann im höchsten Grade geängstigt seyn, wie es jedesmal bei Störungen des Kreislaufes geschieht; aber seine Seelenfunctionen sind unverändert; und deutlich sehen wir, dass jedes Organ mit Ausnahme des Gehirns entweder langsam aus der thierischen Oeconomie heraustreten, oder kurze Zeit plötzlich ausfallen kann, ohne Störung der Seelenfunctionen.

Ganz anders verhält es sich bei dem Gehirne; jede langsame oder plötzliche Störung seiner Verrichtungen verändert auch die intellectuellen Fähigkeiten. Die Entzündung dieses Organes ist nie ohne Delirien, und später ohne Stumpfsinn; der Druck auf das grosse Gehirn bewirkt immer Delirium oder Stumpfsinn, je nachdem es mit oder ohne Reizung stattfindet; so wirkt aller Druck, rühre er von Knocheneindrücken, fremden Körpern, Wasser, Blut, Eiter her. Dieselben Ursachen heben oft, je nach dem Sitze des Uebels, die Fähigkeit der willkührlichen Bewegung oder das Gedächtniss auf. So wie der Druck weggenommen ist, mit der Erhebung des Knocheneindruckes, tritt die Besinnung, das Gedächtniss oft wieder ein; ja man hat sogar beobachtet, dass der Kranke seinen Gedankengang sogleich da fortsetzte, wo er

durch die Verletzung unterbrochen worden. Bei der Verletzung des grossen Gehirns bei den Thieren tritt Stumpfsinn, Besinnungslosigkeit ein; und so sind auch bei den meisten Geisteskranken bedeutende materielle Störungen im Gehirn vorhanden, wenn wir auch in anderen Fällen, besonders in denjenigen, wo die Geisteskrankheiten erblich sind, die feineren materiellen Veränderungen einer bei microscopischer Feinheit wirkenden Faserung nicht mit unseren schlechten Hülfsmitteln und Kenntnissen erkennen werden. Man hat zwar hiergegen eingeworfen, dass man sehr bedeutende Zerstörungen einer ganzen Hemisphäre ohne Störung des Geistes vorgefunden hat; indessen zeigen die Versuche an Thieren, dass selbst plötzliche Verletzungen bloss einer Hemisphäre nicht sogleich vollen Stumpfsinn erzeugen, dass dieser erst dann ganz auftritt, wenn beide Hemisphären entfernt sind, so dass es scheint, dass die Hemisphären in den Seelenverrichtungen einander unterstützen, ja ersetzen können.

Mehrere ausgezeichnete Gelehrte, wie namentlich Nasse, haben eine der unsrigen gerade entgegengesetzte Ansicht; indem sie anerkennen, dass das Gehirn der Sitz der höheren Seelenverrichtungen sey, behaupten sie gleichwohl, dass auch andere Organe, z. B. die des Unterleibes und der Brust, eine gewisse Beziehung zu den Seelenverrichtungen haben; ja sie neigen sich sogar zu der Ansicht hin, dass die Quelle der Leidenschaften in diesen Organen, die davon so leicht afficirt werden können, wohl seyn könne, und sie stützen ihre Ansicht theils auf die Affectionen dieser Organe in den Leidenschaften, theils auf ihre krankhaften Veränderungen bei manchen Irren. Bei aller Hochachtung, die ich vor diesen trefflichen Männern hege, muss ich mir alle Mühe geben, die Nothwendigkeit einer solchen Annahme zu widerlegen. Gewiss finden sich der Darmkanal, die Leber, die Milz, die Lungen, das Herz bei Irren oft krank, und selbst zuweilen, wenn man nicht gerade eine grobe materielle Veränderung im Gehirn auffinden kann. Ich will auch gerne zugeben, dass die Krankheit eines Eingeweides Veranlassung zur Entwickelung einer Geisteskrankheit geben könne, wie andere veranlassende Ursachen. Aber ich schliesse daraus nicht, dass dieses oder jenes Eingeweide die Quelle von gewissen geistigen oder leidenschaftlichen Beziehungen sey. Zur Erzeugung jeder Geisteskrankheit gehört eine Disposition im Gehirne; wenn diese erworben oder gar erblich da ist, so reicht jede anhaltende Störung der Functionen der Centralorgane durch eine Krankheit irgend eines Eingeweides, vermöge der auf die Centralorgane stattfindenden Impression, und durch die Gesetze der Mittheilung der Zustände im Rückenmarke und Gehirne hin, diese Disposition zum Ausbruche zu bringen; gerade so, wie jeder Theil der Körperoberfläche, der ohne Verlust der Seele entbehrt, abgeschnitten werden kann, doch, so lange er lebt, durch eine heftige Mittheilung seiner krankhaften Stimmung auf das Gehirn sympathisch Delirium desselben bewirken kann. Daher kann auch bei einem Irren dieser Art bei Entfernung der materiellen

Störungen in den Eingeweiden, welche entfernter oder näher auf das Gehirn influiren, die Disposition wieder zurücktreten.

Was nun aber die Beziehung der Eingeweide zu den Leidenschaften betrifft, so sind diese zwar nicht zu läugnen, jedoch bleibt in den hieher gehörigen Erfahrungen der Physiologie ausserordentlich viel zu lichten übrig. In diesem Theile unserer Wissenschaft herrschen noch ziemlich allgemein Vorstellungen, welche sich noch wenig von den Ueberlieferungen des Volkes entfernen. Dass die Leidenschaften vermöge eines im Gehirn stattfindenden veränderten Zustandes entweder excitirend oder deprimirend auf das ganze vom Gehirn abhängende Nervensystem wirken, ist bekannt. In den excitirenden Leidenschaften finden Spannungen, und selbst convulsivische Bewegungen gewisser Muskeln, nämlich vorzüglich aller von dem respiratorischen System der Nerven (Nervus facialis eingeschlossen) abhängigen Muskeln statt. Die Athembewegungen werden bis zum Weinen, Seufzen, Schluchzen verändert, die Gesichtsmuskeln verzerrt; in den deprimirenden Leidenschaften, wie in der Angst, im Schrecken, in der Furcht, sind alle Muskeln des gesammten Körpers abgespannt, indem der motorische Einfluss des Rückenmarkes und Gehirns abnimmt. Die Füsse tragen nicht, die Gesichtszüge werden hangend, das Auge starr, der Blick gebannt, ohne Ausflucht, und diess kann bis zur momentanen Lähmung des ganzen Körpers und besonders der Schliessmuskeln fortschreiten. Die Bewegungen des Herzens werden in beiderlei Leidenschaften häufiger, in den excitirenden zugleich heftig, in den deprimirenden häufig und meist schwach. Die Empfindungen werden in einigen oder vielen Theilen, besonders im Gesicht und den Athemwerkzeugen und Verdauungswerkzeugen, oft im ganzen Nervensystem verändert. Die organischen Wirkungen der Leidenschaften verändern die Absonderungen der Thränen, der Haut, die in den deprimirenden Leidenschaften kalten Schweiss absondert, der Galle, deren Ausscheidung öfter gestört wird, so dass sie in die Blutgefässwandungen eindringt und Icterus erzeugt, des Urins, der wässrig wird, wie bei allen Nervenaffectionen; sie modificiren zugleich die Actionen der kleinen Gefässe, wodurch der Turgor der Haut verändert, und diese bald roth, bald auch blass wird. Kurz, es erfolgen die Wirkungen der Leidenschaften erstens auf die Athemnerven, den N. facialis, N. vagus, die N. spinales respiratorii mit sammt dem N. phrenicus, dann aber durch das Rückenmark auf das ganze Rumpfnervensystem, sowohl der animalischen als organischen Nerven. Aber ich kenne keinen einzigen Beweis, sondern blosse Traditionen, dass eine Leidenschaft bei gesunden Menschen mehr auf ein Organ als auf ein anderes wirke. Man sagt, das Herz habe eine Beziehung zur Freude, zum Kummer, zur Angst; aber in welcher heftigen excitirenden oder in welcher deprimirenden Leidenschaft wird es nicht verändert? Ist es nicht wie mit den Thränenwerkzeugen, welche in jeder heftigen Leidenschaft ergriffen werden können, da jede Leidenschaft, Aerger, Zorn, Freude, Bewunderung, Rührung, Traurigkeit,

Schrecken, Angst, Furcht, bis zum Weinen sich steigern kann. Man hat behauptet, die Leber stehe in einer engen Beziehung zu den Leidenschaften des Zorns und des Aergers; diess ist eine uralte, in viele, auch physiologische Schriften übergegangene, aber ganz falsche Behauptung. Wohl werden manche Menschen nach diesen Leidenschaften an der Leber afficirt, sie bekommen eine gelbe Farbe, Schmerzen in der rechten Seite, oder gar Leberentzündung. Aber diess geschieht nur denen, welche leberkrank sind, oder welche eine angeborne Disposition zu Leberaffectionen haben. Den meisten geschieht nach dem heftigsten Zorne und Aerger nichts der Art, hier darf ich mich ganz auf die Erfahrungen meiner Leser berufen. Wie viele sind unter uns, welche nach Aerger und Zorn von allem dem nichts empfinden, die vielmehr sich den Magen verderben, weil es der leicht ergreifbare Theil ist, während ein Anderer auf diese Leidenschaften seine Verdauungsorgane ganz ungeschwächt empfindet, aber jedesmal bei Zorn und Aerger eine heftige Affection des Herzens erleidet, weil es der bei ihm leicht angreifbare Theil ist; und so ist es mit allen Leidenschaften. Keine einzige wirkt regelmässig mehr auf die Leber, regelmässig auf den Magen, das Herz; bei dem gesunden Menschen breiten sich ihre Wirkungen radiatim vom Gehirn über das Rückenmark, über das animalische und organische Nervensystem aus. Alles Specielle ist auch individuell. Der Schamröthe scheint es eigenthümlich, dass sie die Haut des Gesichtes röthet, indem eine Anhäufung des Blutes in den kleinen Gefässen stattfindet; allein viele Menschen werden von Aerger, Zorn, Angst roth; und andere werden in der Scham, im Aerger, im Zorne so gut wie in der Angst, im Schrecken, in der Furcht blass. Nur bei dem Hepatischen, bei der hepatischen Constitution erfolgt auf eine heftige Leidenschaft Gelbsucht, Leberentzündung. Kurz, wir sehen, dass die Wirkungen der Leidenschaften auf die verschiedenen Regionen der von dem Gehirne abhängigen Theile nichts für die Hypothese beweisen können, dass die Leidenschaften, oder überhaupt gewisse Seelenverrichtungen ihren Sitz ausser dem Gehirne hätten.

Wenn wir nun theils aus vergleichend anatomischen, theils aus physiologischen und pathologischen Gründen mit Bestimmtheit anerkennen müssen, dass der Sitz der Seelenwirkungen im Gehirne und in keinem andern Theile ist, dass die Nerven diese Wirkungen anregen und vermöge ihrer Kräfte ausführen, und dass alle übrigen Theile die Wirkungen der Nerven erfahren, so ist damit nur bewiesen, dass die Seele durch die Organisation des Gehirns wirkt und thätig ist; es ist aber nicht damit behauptet, dass ihr Wesen bloss seinen Sitz im Gehirne hat. Es könnte wohl seyn, dass die Seele nur in einem Organe von einer bestimmten Structur wirken und Wirkungen empfangen könnte, und doch vielleicht allgemeiner im Organismus verbreitet wäre.

Wir wollen hier einige Thatsachen hervorheben, welche entschieden beweisen, dass die Seele, wenn sie auch nur in dem Gehirne wirksam ist, doch nicht ganz auf dasselbe be-

schränkt ist. Es genügen diess zu beweisen zwei Thatsachen. Die eine ist, dass die niederen Thiere, wie Planarien, Polypen, Würmer, theilbar sind, und dass Polypen und Würmer, wie die Naiden, Nereiden (siehe oben p. 19.), selbst durch Theilung ihres Körpers zeugen. Diese Thatsache zeigt uns, dass das Lebensprincip mit der Materie theilbar ist, indem aus getrennten Stücken neue Individuen entstehen. Man kann diese Thiere zwar beseelt in dem Sinne, wie die höheren Thiere, nicht nennen; indessen hat jedes der getrennten Theile seinen besonderen Willen und seine besonderen Begehrungen, und da zum Empfinden auch Bewusstseyn und Aufmerksamkeit gehört, so haben wir den Beweis, dass das psychische Princip dieser niederen Wesen, mag es mit dem Lebensprincip eins oder nicht eins seyn, wie dieses mit der Materie theilbar ist. Die zweite Thatsache ist, dass das psychische Princip wie das Lebensprincip auch bei den höheren und höchsten Thieren, ja selbst beim Menschen, in einem beschränkten Sinne theilbar ist. Die höheren Thiere und die Menschen erzeugen zwar keine neuen beseelten Individuen durch Theilung ihrer selbst in mehrere Stücke; wohl aber durch Erzeugung des Samens bei dem Manne, und des Keimes bei dem Weibe. Wie die Zeugung des neuen Individuums bei der Berührung des weiblichen Keimes und des männlichen Samens stattfinden mag, wir wissen, dass bei den Fischen, Fröschen, Salamandern die blosse, selbst künstlich ausgeführte Berührung von Samen und Ei, ohne allen Antheil von Seiten des Männchens und Weibchens zur Erzeugung des neuen Individuums hinreicht, wie denn nach Spallanzani Eier des Frosches mit Froschsamen befeuchtet, befruchtet sind. Es geht daraus hervor, dass der Keim des Weibchens und der Same des Männchens Alles enthalten, was zur Aeusserung des individuellen Lebensprincipes und der psychischen Functionen der Thiere nöthig ist. Der Keim und der Samen, oder einer von beiden muss also das Lebensprincip und das psychische Princip gleichsam latent enthalten; denn sonst könnte es sich nicht bei der Entstehung des neuen Individuums äussern. Eben so müssen wir auch bei den höchsten Thieren und dem Menschen nothwendig annehmen, dass, wie der Same und das Ei alle Bedingungen zu einem neuen belebten und beseelten Wesen enthalten, sie auch selbst entweder beide, oder eines von beiden das Lebensprincip und das psychische Princip im latenten Zustande enthalten. Ob das neue Individuum ausser (wie bei den Eierlegern) oder in dem mütterlichen Körper (wie bei den Lebendiggebärenden) sich entwickelt, macht in dieser Frage gar nichts aus. Wir sehen aus dieser Folge von Thatsachen und Vernunftschlüssen, dass, obgleich die höheren Thiere und der Mensch nicht mehr durch Zertheilung in mehrere Stücke, neue belebte und beseelte Individuen zeugen, sie doch insofern noch in Hinsicht des Lebensprincipes und psychischen Principes theilbar sind, als ein Theil ihrer Materie, die Zeugungsflüssigkeiten, mit diesen Principien, mögen sie eins oder getrennt seyn, beseelt ist. Wenn diess aber so ist, so ist das psychische Princip offenbar nicht auf das Gehirn beschränkt, sondern auch, wenngleich im

latenten Zustande, in Theilen, die vom Gehirne weit entfernt von dem Ganzen abtrennbar sind, enthalten; und diess ist es, was wir beweisen wollten.

Ob das Lebensprincip und das psychische Princip von dem Gehirne aus in einem latenten Zustande auf den Wegen der Nerven zum Samen oder Keime gelange, ob es im latenten Zustande im Blute verbreitet werde, ob es im latenten Zustande im ganzen Körper verbreitet sey, während es nur frei im Gehirne als dem zu seiner Wirksamkeit organisirten Apparate wirkt und Wirkungen anderer Theile empfängt, alles diess ist nicht zu beantworten, auch wäre die Beantwortung für die gegenwärtige Untersuchung gleichgültig; es ist genug, dass wir wissen, dass der Same und Keim nicht allein die Kraft zu einem belebten Individuum enthalten, sondern auch das psychische Princip des neuen Wesens im latenten Zustande enthalten müssen. Es ist für unsern Zweck jetzt genug, zu wissen, dass andere Theile des Körpers, als das Gehirn, auch noch an dem psychischen Principe Theil haben, dass aber diess Princip nur in dem Gehirne frei und thätig erscheint, weil hier die Organisation zu allen seinen Bewegungen und Wirkungen auf die Kräfte anderer Theile, auf die motorischen Apparate, und zur Aufnahme der Wirkungen der sensibeln Leiter ist. Nur in dem Gehirne ist Bewusstseyn, Vorstellung, Gedanke, Wille, Leidenschaft möglich, und wenngleich das Princip zur Erzeugung der Vorstellungen, Gedanken u. s. w. in dem befruchteten Keime latent vorhanden ist, so muss dieser beseelte Keim doch erst die ganze Organisation des Gehirns erschaffen, dass das psychische Princip frei werde, und dass Vorstellungen, Gedanken, Wille u. s. w. erscheinen oder wirken. In der hirnlosen Missgeburt, die während des Lebens im Uterus bis zur Geburt noch ernährt wird und lebt, wurde das zur spätern Aeusserung der Seele von dem belebten Keime erzeugte Organ schon zu einer Zeit (durch Wassersucht) zerstört, ehe es zum Freiwerden des psychischen Principes, zur Aeusserung der Seelenfähigkeiten, ausgebildet war.

Ob das psychische Princip durch eine Verletzung des Gehirnbaues selbst wesentlich modificirt werde, ob in den Geisteskrankheiten die Thätigkeit der Seele durch die Verletzung des Gehirns bloss verändert werde, oder ob die Seele an sich krank seyn könne, kann nach den vorausgeschickten Betrachtungen und Thatsachen jetzt erörtert werden. Da, wie wir hier gesehen haben, die Existenz der Seele von dem unverletzten Baue des Gehirns nicht abhängt; da sich ihr Daseyn, wenn auch latent, auch in dem von dem Mutterstamme abgestossenen Keime erweist, so kann auch keine Veränderung des Baues des Gehirns das Wesen der Seele selbst verändern, sondern ihre Thätigkeit nur zu kranken Actionen zwingen. Nur die Thätigkeit der Seele hängt von der Integrität des Faserbaues und der Mischung des Gehirnes ab. Die Art der Thätigkeit, und die Art des Baues und Gehirnzustandes laufen immer parallel; der letztere bestimmt immer die erstere, aber das Wesen der Seele, ihre latente Kraft, so weit sie sich nicht äussern muss, scheint durch keine Hirnveränderung bestimmbar.

Hält man sich hieran, so sind alle weiteren Erörterungen über die letzte Ursache der Geisteskrankheiten, über den Antheil des Gehirns und der Seele an denselben abgeschnitten, und der Arzt hat bei allen abnormen Geisteszuständen immer und zuerst nur den Zustand der materiellen Veränderung, welche die Seele zu kranken Actionen zwingt, oder ihre Thätigkeit unterdrückt, im Auge zu behalten. Wir kennen aus Berichten zwei Fälle von angebornem Blödsinn mit einem so niedrigen Schädel, dass die Abbildungen an den Zustand des Schädels bei der Hemicephalie erinnern, obgleich das Cranium vollständig vorhanden ist. Es sind die zwei in der Colonie Kiwitsblott, eine Meile von Bromberg, lebenden Söhne der Wittwe Sohn, der eine von 17, der andere von 10 Jahren. Beide sind bei dem besten Wohlseyn so stupid, dass sie sich des Weges nach Hause auch bei einer geringen Entfernung nicht erinnern, dass sie sich nicht ihre Beinkleider öffnen können, obgleich sie mit allen Bewegungskräften eines gesunden Menschen ausgerüstet sind, und auf alle Theile ihres Körpers den Einfluss des Willens besitzen, den sie, obgleich lenksam und ohne Bosheit, nur zum Essen und Trinken, und zum Zerstören von allem, was ihnen in die Hände fällt, benutzen können. Auch in diesen denkwürdigen Fällen dürfen wir keine angeborne Krankheit der Seele, keinen ursprünglichen Mangel des psychischen Principes voraussetzen; gewiss war die Anlage zu der höchsten Vollkommenheit in dem latenten Zustande des psychischen Principes im Keime vorhanden; aber keine Entwickelung der Fähigkeiten der höheren Seelenäusserungen war bei der unvollkommenen Ausbildung des Gehirns möglich, gleich wie die bei dem gesunden Menschen eintretende plötzliche Veränderung des Hirnzustandes augenblicklich auch die Aeusserungen der Seele krankhaft oder ihre Kraft sogar latent macht, die nach der Wegnahme des Druckes auf das Gehirn oft mit der ganzen Klarheit des Bewusstseyns wiederkehrt. Da die Materie durch die Thätigkeit immer zugleich verändert wird (siehe oben p. 51.), so versteht es sich von selbst, dass abnorm angestrengte Thätigkeit der Seele, und eine durch eingegangene Lebensverhältnisse bedingte einseitige Richtung der Geistesthätigkeit, oder die hervorgerufene Heftigkeit der Seelenzustände auch wieder auf die Organisation des Seelenorganes zurückwirken muss. Wie sehr auch die Entfernung dieser Ursachen in den Augen des Arztes wichtig ist; der Zustand der Organe bleibt hier wie überall das Object desselben; und die Sündhaftigkeit, womit schwärmerische Aerzte sich so viel zu schaffen machen, ist nicht das Wesen der Geisteskrankheit, sondern kann nur mit in den grossen Kreis ihrer veranlassenden Ursachen gehören.

Ob das Lebensprincip, von welchem im Keime die ganze Organisation ausgeht, und welches auch das Organ für das Wirken des psychischen Principes erzeugt, von dem letztern wesentlich verschieden sey, oder ob die Thätigkeit der Seele nur eine Species der Wirkungen des Lebensprincipes sey, ist eine in der empirischen Physiologie ganz unlösbare Frage. Wir wissen, dass das Lebensprincip ohne Seelenäusserungen fortwirken kann;

denn das Lebensprincip erhält auch die hirn- und rückenmarklose Missgeburt noch bis zur Geburt lebend. Daraus kann man nicht schliessen, dass das psychische Princip von dem Lebensprincip dem Wesen nach verschieden sey; denn wir haben schon gesehen, dass es einen latenten Zustand des psychischen Principes in einem belebten Körper auch ausser dem Gehirne giebt. Man kann aber eben so wenig daraus schliessen, dass das psychische Leben nur eine Species der Wirkungen des Lebensprincipes sey; wir sehen nur, was auch die Schöpfung des ganzen Embryos vor der Entwickelung der Seelenfähigkeiten beweist, dass die Thäthigkeit der Seele zur Aeusserung des Lebensprincipes nicht nothwendig ist; dagegen wissen wir eben so bestimmt, dass die *Thätigkeit* der Seele ohne die Mitwirkung des Lebensprincipes in einem thierischen Körper nicht möglich ist; denn das Lebensprincip erschafft und erhält die zur Thätigkeit der Seele nothwendige Organisation des Gehirns.

Für die Ansicht, dass das psychische Leben nur eine Manifestation des Lebensprincipes der thierischen Körper überhaupt sey, kann man anführen, dass das psychische Princip nicht bloss in einer Classe von thierischen Wesen, im Menschen, dass es vielmehr bis zu den niedersten Thieren erscheint. Denn alles Thierische ist beseelt, was der Sinneserscheinung auch ausser den Sinnesempfindungen bewusst ist, was vorstellt, was Begehrungen und Vorstellungen von ihrem Objecte und ihrer Befriedigung hat, was durch Vorstellungen und Begehrungen zu Willensactionen bestimmt wird. In diesem Umfange kommen psychische Erscheinungen bis zu den niedersten Thieren vor; bei den höheren Thieren treten zumal auch Leidenschaften auf. Auf der andern Seite lässt sich für die Unabhängigkeit des psychischen Principes von dem Lebensprincipe anführen, dass eine ganze Classe der organischen belebten Wesen, die Pflanzen, aller psychischen Erscheinungen entbehren. Indessen lässt sich dieser Einwurf wieder durch die Annahme eines latenten Zustandes der psychischen Seite des Lebensprincipes aufheben, und wo eine Hypothese bloss insofern Haltung hat, als sich eine grosse Anzahl der Thatsachen daraus erklären lassen, wird dieselbe durch eine andere, welche die Thatsachen eben so erklärt, neutralisirt.

Beide Principien stimmen in ihren Wirkungen darin überein, dass ihre Erscheinungen das Vernünftige seyn können; aber das Vernünftige des psychischen Lebens ist blosses Bewusstseyn des Vernünftigen, ohne alle schaffende Einwirkung auf die Organisation, auf die Materie; das Vernünftige der Thätigkeit des Lebensprincipes ist die Erzeugung der zweckmässigen Organisation in der belebten Materie. Die in der Organisation des einfachsten Wesens sich ausdrückende Vernunft ist vielleicht erhabener als das Höchste, was das Bewusstseyn eines thierischen Wesens oder Menschen vorzustellen vermag. Alle Probleme der Physik sind vor dieser schaffenden Thätigkeit gelöst. Vor der Natur, welche das Auge, das Gehörorgan erzeugt, sind keine Probleme über die Physik des Sehens, des Hörens verborgen. Sie ist auch die Ursache des Instinktes, d. h. sie ist die Ursache, dass in dem

Sensorium eines Thieres Träume entstehen, die es zu zweckmässigen, zu seinem Daseyn nöthigen und vernünftigen Handlungen nöthigen, ohne dass die Seele des Geschöpfes das Geringste von diesem vernünftigen Vorgange und seinem Zusammenhange einsieht.

Wenn es einen wahren Grund für die Ansicht giebt, dass das psychische Leben auch nur eine Art der Manifestation des Lebensprincipes der thierischen Wesen ist, so ist es der, dass beiderlei Wirkungen der Ausdruck der Vernunft seyn können, dass die Erzeugung der Organisation des niedersten Thieres bei der Entwickelung des Keimes der Ausdruck der höchsten Vernunft ist, und dass das darin waltende Vernünftige alle bewussten Seelenwirkungen dieses Geschöpfes weit überstrahlt. Ernst Stahl liess Alle thierischen Wirkungen, weil sie zweckmässig sind, von der Seele ausgehen. Diese Seele, wenn von ihr das psychische Leben im engern Sinne abhängig ist und ausfliesst, ist in Stahl's Sinne freilich etwas ganz Anderes und Höheres, als was wir gewöhnlich Seelenleben nennen. Man sieht leicht ein, dass Stahl's Theorie die Anschauung von der vernunftgemässen wirkenden Kraft in jedem lebenden Wesen zu Grunde liegt, dass er das, was wir gewöhnlich Seelenleben nennen, als einen Ausfluss jener letzten Ursache eines Geschöpfes ansah. Aber wenn diese letztere Ansicht auch richtig seyn sollte, was sich empirisch nicht beweisen lässt, so muss man doch immer festhalten, dass in das bewusste und denkende Seelenwirken nur ein kleiner Theil von den Wirkungen jener höhern, vernunftgemäss wirkenden Lebensseele fällt, welche die letzte Ursache eines Geschöpfes ist, und welche in seiner Organisation, in seinen instinktmässigen Trieben alle Schicksale desselben im Zusammenfluss mit der äussern Welt vorsieht.

Man frägt, ob das psychische Princip eine Thätigkeit der Materie oder selbstständige Kraft sey, ob es an den Leib bloss gebunden sey, oder ob es nichts anders, als der Ausdruck eines gewissen Zustandes, einer gewissen Zusammengesetztheit der Materie sey. Bewegung, Thätigkeit ist vielleicht der Urzustand der Materie, da selbst die Ruhe der Massen von der Anziehung ihrer Theilchen abhängt. Wenn es aber keinen Körper ohne Energie, ohne Kraft, ohne Thätigkeit giebt, ist nicht die Seele selbst auch der Ausdruck des Zustandes und der Zusammensetzung der Materie in den lebenden Wesen? Erscheint die Seele nach dem Tode nicht mehr an den Leibe, weil die Materie ihren bisherigen Zustand, ihre Zusammensetzung, die vereinte Wirkung und Anziehung ihrer belebten Atome verloren hat, die nun nach einem veränderten Zustand in andere Erscheinungsweisen übergehen; oder erscheint die Seele nicht mehr an dem Körper, weil sie nicht mehr an den Körper gebunden ist.

Allerdings sind die Erscheinungen des Seelenlebens, mag es ein Ausfluss des Lebensprincips seyn, oder von einem selbstständigen mit dem Leben verknüpften Princip abhängen, durchaus an die Organisation des Gehirns geknüpft; ohne die Unversehrtheit dieses so zusammengesetzten Faserbaues erfolgt keine Wirkung der Seele auf die belebten Werkzeuge des Körpers; oder mit anderen

Worten, erscheint sie nicht an diesem, aber sie kann an ihm latent seyn, wie ihre Quelle in den Zeugungsflüssigkeiten der thierischen Wesen vorhanden, aber latent ist. Indess, hier wiederholt sich dieselbe Frage: ist auch der latente Zustand der Seele nur die Ruhe der einer gewissen Zusammensetzung der Materie eingebornen Kraft, oder kann das Princip, unabhängig von aller Materie, sich mit dieser verbinden und sie verlassen. Fliessen die nach dem Materialismus allein thätigen Atome nach der Zerlegung der mit dem latenten Zustande des Lebens beseelten Materie in die Welt zurück, um wieder zur Quelle des Lebens sich zu einen, wenn sie in einer gewissen Art wieder zusammengesetzt werden; oder ist das latente Lebensprincip und psychische Princip auch von dem Zerfallen der Atome unabhängig; ist seine Substanz immateriell, und weder die Thätigkeit der Atome der Materie, noch die Thätigkeit der in gewisser Art vereinten Atome der Materie? Obgleich man keine Lösung dieser physiologischen Fragen von der empirischen Physiologie erwarten darf, so giebt es doch Thatsachen, welche bei dem Versuche dieser Lösung zu benutzen sind. Es giebt allerdings Kräfte der Natur, oder imponderable Substanzen, welche, wenn auch nicht von der Materie unabhängig, doch ohne eine Veränderung in dem materiellen Zustande des Körpers sie verlassen und auf andere übergehen können, wie Licht, Electricität, Magnetismus. Die Existenz dieser Principien, ihr Erscheinen an den Körpern, und ihr Ueberströmen von einem auf den andern Körper zeigt uns deutlich, dass jener Materialismus, welcher ausser den Kräften der Atome nichts anerkennt, grundlos ist; und ohne entfernter Weise das Lebensprincip und psychische Princip mit jenen imponderabeln Substanzen oder Kräften vergleichen zu wollen, sehen wir wenigstens, dass in den Thatsachen der Physik nichts ist, welches die Möglichkeit eines von der Materie unabhängigen, wenngleich in den organischen Körpern in der Materie wirkenden immateriellen Princips aufhöbe.

Wir müssen hier ein anderes Räthsel berühren, dessen schon im Anfange dieses Lehrbuches p. 38. gedacht wurde. Es ist die Frage nach der Ursache des beständigen Vergehens und der Wiedererzeugung belebter und beseelter individueller Wesen. Das Lebensprincip wächst nicht allein an Intensität während des Wachsthums der organischen Körper, es vervielfältigt sich auch durch die Theilung und Zeugung. Aus einem lebenden Wesen entstehen viele andere, eben so kräftige und productive, aus diesen wieder andere, während die organische Kraft der sterbenden vergeht oder latent wird. Diese Vervielfältigung belebter Wesen geschieht nicht bloss durch ein Uebertragen des wirksamen Principes von dem Producenten auf das Product. Denn der Producent bleibt auch nach der Vervielfältigung zu neuen Productionen fähig, bis er zuletzt vergeht. Dasselbe gilt aber von dem psychischen Princip. Der Zeugende verliert dasselbe nicht durch das Zeugen eines neuen beseelten Producenten, aber nach der fortdauernden Erzeugung neuer beseelter Wesen wird die Psyche der zeugenden Eltern mit dem

Sterben für uns latent. Wie ist es nun möglich, dass das Lebensprincip und die Psyche sich in immer neuen Individuen ins Unendliche multiplicirt, während doch die Producenten nach der Production beseelt bleiben und später vergehen; wie ist diese unendliche Multiplication des psychischen Principes mit dem Lebensprincip denkbar? Darauf giebt es zwei Antworten, deren sich keine erweisen lässt. Die erste ist die, dass das Princip des Lebens und das psychische Princip in allen Materien, durch deren Aneignung die thierischen Körper wachsen und zur Multiplication fähig werden, im latenten Zustande vertheilt seyen, und durch die Organisation in den belebten und beseelten Körpern in Erscheinung treten. Diess ist die Lösung, welche der Pantheismus auf jene Frage ertheilt. Diese Lösung ist es, welche an der Unsterblichkeit der individuell beseelten Wesen zweifelt, und auf die Unsterblichkeit des Weltgeistes reducirt ist. Die zweite Antwort ist, dass das Lebensprincip und psychische Princip nicht latent in allen zur Aneignung dienenden Materien verbreitet sind, dass das Lebensprincip vielmehr nur in den belebten Wesen ist, und dass das psychische Princip, so lange sie leben, an ihre Materie gebunden ist. Bei dieser Ansicht lässt sich die Multiplication der beseelten Individuen nur durch die Annahme erklären, dass das psychische Princip, wenn es sich durch die Zeugung ins Unendliche multiplicirt, eine Substanz sey, welche durch Vertheilung nie weder vergehen noch an Intensität geschwächt werden kann. Dieses Princip würde von allen Kräften sich dadurch unterscheiden, dass es eine durch Theilung, selbst bis ins unendliche, unveräusserliche und nicht zu schwächende Kraft wäre. Eine Supposition, die für unsern Verstand unbegreiflich ist, und wozu doch jeder gedrängt wird, der dem Pantheismus entgegenstrebt, und mit dem uns eingebornen Glauben an die Unsterblichkeit nicht des psychischen Principes überhaupt, sondern der individuell beseelten Wesen, den Abgrund, welchen keine Wissenschaft ausfüllen kann, überflügelt.

Die specielle Physiologie des Seelenlebens folgt erst später nach der Physiologie der Sinne im sechsten Buche dieses Werkes. Hier kömmt dieser Gegenstand nur in den allgemeinsten Beziehungen zum Gehirne vor.

### III. Von dem verlängerten Marke.

Durch das verlängerte Mark ist das Gehirn mit dem Rückenmark in Wechselwirkung, die Kenntniss des Verlaufs der Stränge desselben ist daher für den Physiologen von besonderer Wichtigkeit. Burdach hat diesen Gegenstand in seinem verdienstvollen Werke über den Bau und das Leben des Gehirns mehr als Andere aufgehellt. Man unterscheidet jetzt folgende Stränge des verlängerten Markes:

1) die Pyramiden; sie bilden sich nach Burdach aus Grundfasern und Kreuzungsfasern. Die Grundfasern liegen an der vorderen Fläche des grauen Kernstranges, sie bilden die hintere Wand des vorderen Einschnittes des Rückenmarkes, steigen aber

am Halse $3\frac{1}{2}$ — $1\frac{1}{2}$ Zoll unter der Brücke schräg nach vorn herauf, so dass sie anfangs, die Seitenwände des vordern Einschnittes bildend, zuletzt zu beiden Seiten des Einschnittes an der vordern Fläche des Rückenmarkes hervortreten, und an der innern Seite des innern vordern Rückenmarkstranges sich hervordrängen. Die Kreuzungsfasern sind ein Arm des Seitenstranges des Rückenmarkes, welcher hinter der Olive weggeht, schräg nach innen und vorn aufsteigt, und mit den Grundfasern an der Oberfläche zur Seite des vordern Einschnittes des Rückenmarkes 1 Zoll unter der Brücke hervortritt. Nur die Kreuzungsfasern kreuzen sich, d. h. kommen von der einen Seite des Einschnittes zur andern, und legen sich an die entgegengesetzten Grundfasern an. Burdach a. a. O. 2. 31. Die Fasern der Pyramiden gehen durch die Bündel der Querfasern der Brücke in die Hirnschenkel über.

2) Die Hülsenstränge sind nach Burdach die an der innern und äussern Seite der Olive verlaufenden Faserbündel, welche an der Oberfläche des verlängerten Markes nicht blossliegen. Der vordere Hülsenstrang entsteht aus den Markfasern am vordern Einschnitte des Rückenmarkes, welche an der Stelle, wo die Pyramiden hervortreten, von der Pyramide nach aussen gedrängt werden. Der äussere Hülsenstrang ist der äussere Theil der vordern Rückenmarksstränge an der innern Seite der vordern Wurzelreihe. Beide Hülsenstränge liegen an einander bis da, wo die Olive zwischen ihnen hervortritt. Die inneren Hülsensträuge gehen durch die Brücke mit den Pyramiden in die Hirnschenkel über. Die äusseren Hülsenstränge treten nach oben und innen um den obern Theil der Processus cerebelli ad corpora quadrigemina, und sofort in die Basis der Vierhügel über.

3) Die Olive entsteht durch die Ausbreitung des vordern grauen Stranges im verlängerten Marke. An dieser Stelle geht von dem grauen Strange eine mit weisser Markmasse gefüllte, gefaltete graue Blase ab, die auch äusserlich mit Markmasse überzogen ist. Die graue gefaltete Blase und der markige Kern erscheinen auf dem Durchschnitte als Corpus dentatum der Olive.

4) Der Seitenstrang des Rückenmarkes giebt am Anfange des verlängerten Markes die Kreuzungsfasern der Pyramiden nach innen ab, der übrige Theil schlägt sich über der Olive in den Schenkel des kleinen Gehirns zum verlängerten Marke, und geht auch zum Theil im äussern Theile der Rautengrube fort. Burdach a. a. O. p. 35.

5. Der Keilstrang entsteht aus den die hinteren grauen Stränge des Rückenmarkes bedeckenden Markfasern, welche, an der obern Seite des Seitenstranges gelegen, mit den Fasern des Seitenstranges zusammen den Schenkel des kleinen Gehirns zum verlängerten Marke bilden; seine inneren Fasern laufen als äussere Theile der Wände der Rautengrube fort nach dem grossen Gehirne.

6) An der innern hintern Fläche des Keilstranges liegt der zarte Strang, dessen innere Seitenfläche die Seitenwand des hintern Einschnittes bildet, und zum Theil an der entsprechenden

Fläche des Stranges der andern Seite dicht anliegt. An der Spitze der Rautengrube schwillt dieser Strang an und bildet einen keulenförmigen Wulst. Burdach a. a. O. p. 37.

7) Die runden Stränge kommen durch das Auseinanderweichen der zarten Stränge als Seitenwände des Rückenmarkskanales zum Vorschein, sie kommen zwischen den auseinanderweichenden zarten Strängen in die Rautengrube, und gehen durch den Einschnitt getrennt vorwärts, den Boden der Rautengrube bildend, und bis in den vordern und untern Umfang der Wasserleitung sich fortsetzend.

Auf eine ausführliche Beschreibung der Hirnfaserungen kann man sich hier nicht einlassen und verweist auf das Werk von Burdach und Langenbeck's *Icones*, und in Hinsicht der Zusammenstellung der neueren Forschungen über den Bau des Gehirns auf E. H. Weber's *Anatomie*, und eine sehr zweckmässige, klare und genaue Darstellung desselben von D'Alton im XI. Bande des *encyclopädischen Wörterbuchs der medicinischen Wissenschaften.*

Was die Kräfte des verlängerten Markes betrifft, so ist zuerst zu bemerken, dass es im Allgemeinen die Eigenschaften des Rückenmarkes theilt; es ist so gut wie das Rückenmark Reflector, ja kein Theil des ganzen Nervensystems ist so sehr zur Reflexion geneigt, als dieser Theil; denn die Reizungen der vom verlängerten Marke entspringenden Nerven bringen vor allen anderen Nerven am leichtesten Reflexionsbewegungen hervor; es gehört mit zu den motorischen Apparaten, und kein Theil des Nervensystems hat einen so grossen Einfluss auf Hervorbringung von Bewegungen, als dieser; denn bei Reizung desselben erfolgen Zuckungen am ganzen Rumpfe, und bei der Verletzung desselben ist der ganze Rumpf gelähmt. Aber wodurch sich das verlängerte Mark vor allen Theilen der Centralorgane auszeichnet, sind folgende Eigenschaften.

1) Es ist die Quelle aller Athembewegungen, wie schon oben p. 331. aus den Versuchen von Legallois gezeigt wurde. Wird das Gehirn von vorn nach hinten bei einem Thiere zerstört, so hört das Athmen erst auf bei der Verletzung der Medulla oblongata. In diesem Organe liegt also die Quelle der periodischen Inspirationen, der veränderten Athembewegungen, der krankhaften Respirationsbewegungen bei den Reizungen der Empfindungsnerven in den Schleimhäuten. Auf dasselbe wirken die Leidenschaften bei Erregung aller Respirationsnerven, den N. facialis eingeschlossen; in ihm ist das Primum movens zu den Bewegungen, die das Weinen, Lachen, Schluchzen, Seufzen, Gähnen, Husten, Erbrechen u. s. w. begleiten oder bewirken; bei welchen Bewegungen immer das ganze System der respiratorischen Nerven und der N. facialis afficirt ist. So wie ein Theil dieser Bewegungen von dem verlängerten Marke aus in Leidenschaften bewirkt wird, so entstehen sie durch eine Wirkung des Sensoriums auf das verlängerte Mark oft auch durch blosse Vorstellungen, wie das Lachen, Weinen, Gähnen. Die Disposition zum Gähnen scheint bei dem Zustande der Ermüdung in den Centraltheilen des Nervensystems immer vorhanden zu seyn; tritt

dann die Vorstellung vom Gähnen dazu, indem wir Andere gähnen sehen, so wird die Disposition offenbar und wir gähnen wirklich. Bei dieser Bewegung ist wieder das System der respiratorischen Nerven und der Nervus facialis afficirt, sowohl die Gesichtsäste als derjenige, der sich im Musculus digastricus verbreitet.

2) Es ist der Sitz des Willenseinflusses. Denn wie die Versuche von Flourens zeigen, sind die Thiere, welche die Hemisphären des grossen Gehirns verloren haben, zwar betäubt, aber noch fähig, Bewegungen willkührlich auszuführen; andrerseits behalten die Thiere diese Fähigkeit auch nach Hinwegnahme des kleinen Gehirns, wodurch bloss die Kraft der Bewegungen und die Fähigkeit zu zusammenhängenden Ortsbewegungen aufgehoben wird. Vergl. über hirnlose Missgeburten mit willkührlicher Bewegung, oben p. 333., Mueller's *Archiv* 1834. *p.* 168.

3) In diesem Organe ist auch der Sitz des Empfindungsvermögens; nicht allein dass alle Gehirnnerven, mit Ausnahme des ersten und zweiten, mit den Fortsetzungen des verlängerten Markes im Gehirne oder mit diesem selbst zusammenhängen, wird dieser Satz auch durch die Geschichte der Verletzungen der Hirntheile erwiesen. Aus den Versuchen von Magendie und Desmoulins geht hervor, dass ein Thier nach dem Verluste der Hemisphären des grossen Gehirns und des kleinen Gehirns das Empfindungsvermögen nicht verloren hat. Mit der Hinwegnahme der Hemisphären werden zwar die Centralorgane des Gesichtssinnes und Geruchssinnes entfernt, und es tritt Blindheit ein; dagegen scheint das Bewusstwerden der Empfindungen nicht an die Hemisphären des grossen Gehirns geknüpft zu seyn. Flourens hat zwar aus seinen Versuchen über Hinwegnahme der grossen Hemisphären geschlossen, dass diese Theile allein die Centralorgane der Empfindungen seyen, und dass ein Thier nach der Wegnahme derselben gar nicht empfinde. Indessen folgt diess nicht aus seinen sonst so interessanten Versuchen, sondern gerade das Gegentheil, wie schon Cuvier in seinem Berichte über diese Versuche bemerkt hat. Es wird zwar ein Thier nach dem Verluste der Hemisphären des grossen Gehirns stumpfsinnig, aber gleichwohl zeigt es ganz deutliche Zeichen von Empfindung, nicht von blosser Reflexion. Es bestimmt sich selbst nicht mehr zu Bewegungen, aber wenn man es stösst, zeigt es das Benehmen eines eben aufwachenden Thieres. Bringt man es in eine andere Lage, so sucht es das Gleichgewicht; auf den Rücken gelegt, steht es auf; angestossen, hüpft es; Vögel in die Luft geworfen, machen Versuche zu fliegen; Frösche hüpfen fort. Wohl hat das Thier kein Gedächtniss mehr, es überlegt nicht, aber es empfindet dennoch, und reagirt gegen Empfindungen durch Bewegungen, welche keine blossen Reflexionsphänomene sind. Cuvier vergleicht diese Thiere ganz richtig einem schlafenden Menschen, auch dieser sucht im Schlafe noch eine bequeme Lage; er empfindet. Cuvier's Bericht etc. in Flourens' *Versuche und Untersuchungen über die Eigenschaften und Verrichtungen des Nervensystems. Lpzg.* 1824. p. 71.

Man muss bei den Empfindungen eines gesunden beseelten Wesens wohl die Empfindungen selbst von der Aufmerksamkeit auf dieselben, und von der Fähigkeit, Vorstellungen aus den Empfindungen zu bilden, unterscheiden. Die Aufmerksamkeit scheint eine Thätigkeit der Hemisphären des grossen Gehirns zu seyn; mit ihrem Verluste tritt Stumpfsinn ein, die Empfindung bleibt. Dagegen kann ein gesunder Mensch unter einer gewissen Anzahl zugleich stattfindender Empfindungen einer einzigen derselben seine Attention zuwenden, und sie zur herrschenden, zu derjenigen machen, deren er sich in ihrem ganzen Umfange, in ihrer ganzen Stärke bewusst wird, die Vorstellungen in ihm erregt, während andere Empfindungen zwar auch bewusst werden, aber undeutlich sind, wenn die Attention auf sie nicht gerichtet ist. Ja wir sind selbst im Stande, in einem Gesichtseindrucke von einer architectonischen Rose oder zusammengesetzten andern Figur, bald den einen, bald den andern durch das Ganze durchstrebender Theil der Figur mit Attention stärker zu empfinden, wodurch wir zur Zergliederung zusammengesetzter Figuren bestimmt werden. So sind wir auch fähig, unter einer Menge zugleich wirkender musikalischer Instrumente ein einzelnes und oft das schwächste mit Aufmerksamkeit zu verfolgen, während die Töne der anderen Instrumente des Orchesters nur dunkle Empfindungen in uns erregen. Und so hängt also die Deutlichkeit der Empfingen von der Mitwirkung edlerer Organe ab, welche nach dem Verluste der Hemisphären des grossen Gehirns verloren sind, während das verlängerte Mark dunkler Empfindungen fähig ist.

Einige haben geglaubt, dass das verlängerte Mark, wie es der Sitz des Willens ist, auch das Centralorgan für alle Empfindungen sey. Diess scheint uns ein Missverständniss, wenn man unter dem verlängerten Marke bloss den angeschwollenen obersten Theil des Rückenmarkes versteht, und nicht zugleich die Fortsetzungen desselben in das grosse Gehirn im Sinne hat. Allerdings ist das verlängerte Mark im engern Sinne das Centralorgan für alle Gefühlsempfindungen, und sie finden nach dem Verluste des grossen Gehirns noch statt, aber ohne Attention. Andrerseits giebt es aber auch für den Gesichtssinn und den Geruchssinn Centralapparate, die in den Hemisphären des grossen Gehirns liegen. Nach ihrer Verletzung hört das Sehen und Riechen auf, wie z. B. nach Verletzung des vordern Vierhügelpaares, des Thalamus opticus, und überhaupt der tieferen Theile der Hemisphären Blindheit eintritt. Es scheint also, dass die Centralorgane der verschiedenen Sinne für sich bestehen; mögen sie auch zum Theil zu den Verlängerungen des Systems der Stränge der Medulla oblongata gehören, so scheint doch ihre Wirkung isolirt stattfinden zu können, und erst durch Mitwirkung der Hemisphären des grossen Gehirns mit den Centralorganen der Sinne tritt die Attention, die deutliche Anschauung der durch die verschiedenen Centralorgane der Sinne dargebotenen Empfindungen ein. Diess ist vor der Hand wahrscheinlich, doch zum Beweise fehlt noch manche Thatsache. Es scheint zwar einerseits gewiss, dass nach Wegnahme des Centralapparates für das Sehen

noch durch das verlängerte Mark die Gefühlsempfindungen mit Bewusstseyn stattfinden können; aber wir wissen andrerseits nicht, ob nach dem Verluste des verlängerten Markes in den Centralorganen der übrigen Sinne noch Empfindungen stattfinden können. Mit der Verletzung des verlängerten Markes hört das Athmen auf, dadurch sinkt das Leben auf ein Minimum herab, bei welchem es unmöglich ist, Beobachtungen über die Fortdauer der Sinnesempfindungen des Gesichtssinnes, Geruchssinnes u. s. w., anzustellen. Immer bleibt es aber jetzt am wahrscheinlichsten, dass die Hemisphären des grossen Gehirnes, und nicht das verlängerte Mark es sind, in welche die Wirkungen der verschiedenen Centralapparate der Empfindungen enden, und wo die von einander unabhängigen Empfindungen zu Sinnesanschauungen umgestaltet werden.

Was den Gehörsinn betrifft, so nimmt man gewöhnlich an, dass sein Centralorgan der Boden des vierten Ventrikels sey, weil die Fasern des Gehörnerven von dort entspringen. Flourens hingegen behauptet, dass nach dem Verluste der Hemisphären des grossen Gehirns das Gehör aufhöre, obgleich Vögel nach dem Verluste noch Monate lang erhalten werden können, wie Flourens und Hertwig beobachtet haben. Mag indess auch die Gehörempfindung an die Integrität des Bodens des vierten Ventrikels geknüpft seyn, so scheinen doch die weissen queren Markfasern der Rautengrube, welche durchaus nicht constant mit dem Gehörnerven zusammenhängen, und zuweilen deutlich über die obere Wurzel des Gehörnerven in die Schenkel des kleinen Gehirns zur Brücke übergehen, nicht die wichtige Rolle bei den Gehörempfindungen zu spielen, welche man ihnen so oft beilegt. Wir besitzen das Gehirn eines Mädchens in unserem Museum, das nach einem Falle auf den Nacken und das Hinterhaupt allmählig am ganzen Körper gelähmt wurde, und wo sich auf dem Boden der Rautengrube auf den queren Markstreifen eine Exsudation von Faserstoff befand, ohne dass das Gehör dieses Subjectes gelitten hätte. Siehe Fischer *de rariore encephalitidis casu. Berol.* 1834.

### IV. Von den Vierhügeln.

Die Vierhügel der Säugethiere und die Lobi optici der Vögel, Amphibien und Fische gehören zu dem Centralapparate des Gesichtssinnes mit den Thalami optici der höheren Thiere. Nimmt man bei einer Taube einen der Lobi optici, oder bei einem Säugethiere eine Hälfte der Corpora quadrigemina weg, so erfolgt nach Flourens (bei Säugethieren nach Magendie nicht) Blindheit auf der entgegengesetzten Seite, aber die Regenbogenhaut auf diesem Auge bleibt noch lange beweglich. Die Thiere drehen sich oft um sich selbst, und zwar nach der Seite, wo der Körper weggenommen worden, was auch Magendie und Desmoulins fanden. Dieses Drehen, welches auch bei Fröschen bemerkt wird, scheint die Folge eines Schwindels zu seyn. Wurde unversehrten Tauben das eine Auge zugebunden, so drehten sie sich auch, aber nicht so heftig, und

nicht so lange, als die verstümmelte Taube. Bei der Verletzung der Vierhügel treten immer Convulsionen auf der entgegengesetzten Seite des Rumpfes ein; auch wird die entgegengesetzte Seite des Körpers von Muskelschwäche befallen.

Eine merkwürdige Erscheinung ist, dass die Contractilität der Iris nach der oberflächlichen Verletzung eines Lobus opticus nicht verloren geht, während die vollständige Wegnahme eines Lobus opticus die Contractilität der Iris aufhebt; dahingegen mit der Verletzung eines Lobus opticus jedesmal das Gesicht auf der entgegengesetzten Seite verloren geht. FLOURENS erklärt diess daraus, dass eine unvollkommene Exstirpation der Lobi optici die Excitabilität der Sehnerven nicht aufhebt, weil sie nicht alle Wurzeln der Sehnerven zerstört. Von der Excitation der Sehnerven durch das Licht hängt aber die Bewegung der Iris ab; denn sobald FLOURENS die Sehnerven selbst reizte, entstand eine Contraction der Iris, und nach Durchschneidung der blossen Sehnerven zieht sich die Iris nicht mehr gegen Lichtreiz zusammen. Diese Erklärung ist auch richtig; indess lässt sich die Fortdauer der Bewegung der Iris gegen das Licht nach der oberflächlichen Verletzung des Lobus opticus einer Seite auch noch einfacher erklären. Denn zur Bewegung der Iris ist es allein schon hinreichend, dass der Sehnerve der andern Seite von dem Lichte gereizt wird, wie auch im gesunden Zustande die Iris des einen Auges auf die Reizung der Retina des andern Auges contrahirt wird. Durch die Untersuchungen von HERTWIG (*Exp. de effectibus laesionum in partibus encephali. Berol.* 1826.) sind die Versuche von FLOURENS fast durchgängig bestätigt worden. Dieselben zeigten nämlich, dass die theilweise Verletzung eines der Vierhügel bei Säugethieren und Vögeln Muskelschwäche und Verlust des Gesichtes auf der entgegengesetzten Seite des Körpers hervorbringt, dass das Sehen nach einer theilweisen Verletzung der Vierhügel zwar auf eine Zeitlang verschwindet, aber dann wiederkehrt; dass die Bewegung der Iris durch theilweise Verletzung eines der Vierhügel nicht aufgehoben wird, sondern zuweilen fortdauert; dass durch die tiefere oder gänzliche Exstirpation der Vierhügel sowohl das Sehvermögen als die Contraction der Iris gänzlich verloren gehen; dass die Verletzung der Vierhügel in dem Auge fast dasselbe bewirkt, als die Verletzung der Sehnerven; dass auf die Verletzung eines der Hügel eine Muskelschwäche auf der entgegengesetzten Seite des Körpers eintritt, aber einige Zeit darauf wieder verschwindet; dass mit dieser Verletzung auf einer Seite zugleich eine schwindelartige Bewegung der Thiere im Kreise entsteht; dass durch die Verletzung der Vierhügel bloss die genannten Erscheinungen, nicht aber irgend eine andere Störung z. B. des Gedächtnisses, des Bewusstseyns bewirkt wird.

HERTWIG's Beobachtungen weichen nur darin von denen von FLOURENS ab, dass HERTWIG bei Verletzung der Vierhügel keine Convulsionen entstehen sah, daher es wahrscheinlich ist, dass FLOURENS abweichende Resultate von einem zu tiefen Eindringen abhängen.

### V. Vom kleinen Gehirne.

Ueber die Kräfte des kleinen Gehirns haben Rolando, Flourens, Magendie, Schoeps und Hertwig interessante Versuche angestellt. Aus den Untersuchungen von Rolando (*Journal de physiol.* 1823., *Saggio sopra la vera struttura del cervello, edit.* 3. *Torin.* 1828. 3 *Vol.*) ergiebt sich, dass die Abnahme der Bewegungen mit der Verletzung des kleinen Gehirns im geraden Verhältnisse steht, dass die Thiere durch diese Verletzung nicht betäubt werden, und ihre Empfindungskraft in allen Theilen behalten, dass sie aber die Kraft ihrer Muskelbewegungen verlieren. Die Thiere haben die Augen offen, sie betrachten alle Gegenstände, aber umsonst versuchen sie sich in der zur Ortsveränderung nöthigen Bewegung. Ein Thier, dem die eine Seite des kleinen Gehirns weggenommen ist, fällt auf dieselbe Seite, und kann sich auf dem Beine derselben Seite nicht mehr erhalten (?). Diese Beobachtungen bestimmten Rolando zu der unerweislichen Annahme, dass das kleine Gehirn das Erzeugungsorgan für das Nervenprincip sey, welches er mit dem electrischen Princip vergleicht, und dass die abwechselnden Lagen von grauer und weisser Substanz, wie auch Reil glaubte, als eine galvanische Säule wirken. Die Versuche von Flourens sind in ihren Resultaten klarer und entscheidender. Er fand, dass die Thiere bei dem Abtragen des kleinen Gehirns keine Empfindungen zeigen (Versuche etc. p. 18.). Nahm er bei Vögeln Schnitt für Schnitt das kleine Gehirn weg, so trat Schwäche der Muskelbewegungen und Mangel an Uebereinstimmung derselben ein. Nach der Wegnahme der oberflächlichen und mittleren Lagen wurden die Thiere unruhig, ohne in Convulsion zu gerathen; sie machten heftige und ungeregelte Bewegungen, aber sahen und hörten. Als die letzten Lagen weggenommen wurden, verloren die Thiere die Fähigkeit zum Springen, Fliegen, Gehen, Stehen, zur Erhaltung des Gleichgewichtes. Wurde ein Vogel in diesem Zustande auf den Rücken gelegt, so konnte er nicht mehr aufstehen, er flatterte beständig und zeigte keine Betäubung; er sah den Streich, den man nach ihm führen wollte, und wollte ihn vermeiden. Es blieb also Wille, Empfindung und Besinnung, und nur die Kraft und Fähigkeit, die Bewegungen der Muskeln gruppenweise zweckmässig zu Ortsbewegungen zu verbinden, war verloren, und seine Anstrengungen zur Erhaltung des Gleichgewichtes waren wie die eines Trunkenen (a. a. O. p. 34.). Aus diesen Versuchen, die Flourens in allen Thierclassen übereinstimmende Resultate gaben, schliesst derselbe, dass das kleine Gehirn weder zu den sensoriellen, noch zu den intellectuellen Apparaten gehört, dass in ihm nicht die Quelle der willkührlichen Bewegungen liegt, dass es zwar zu den motorischen Apparaten gehört, dass es aber bei Verletzungen nicht wie andere motorische Apparate, Rückenmark und verlängertes Mark, Convulsionen bewirkt, dass vielmehr durch seine Verletzung nur die Kraft der Bewegungen und die Fähigkeit, sie zweckmässig zu den Ortsbewegungen zu coordiniren, verloren geht. Wenn diese Ansicht richtig ist, so muss im kleinen Gehirne die Mechanik zu der gruppen-

weisen Erregung der Muskeln vorgebildet seyn, so dass jede Störung der Structur dieses Organes gleichsam die prästabilirte Harmonie zwischen diesem Centralapparate und den Muskelgruppen und ihren nervösen Leitern aufhebt. Bemerkenswerth ist noch, dass die Verletzungen des kleinen Gehirns immer ihre Wirkungen kreuzend auf der entgegengesetzten Seite des Rumpfes zeigen.

Diese Beobachtungen sind durch die Versuche von Hertwig bestätigt worden. Aus diesen ergiebt sich, dass das kleine Gehirn für sich nicht sensibel ist, durch seine Reizungen keine Convulsionen der Muskeln eintreten, dass seine ungestörte Wirkung zur Verbindung der Bewegungen für einen gewissen Zweck, z. B. des Fliegens, Stehens, Laufens, zur Erhaltung des Gleichgewichtes nöthig ist, dass die Verletzung desselben weder auf die Sinne noch auf andere Functionen des Körpers Einfluss hat. Gleichwohl sah Hertwig, dass die Kraft des kleinen Gehirns nach einer theilweisen Zerstörung sich allmählig wieder herstellte. Die kreuzende Wirkung des kleinen Gehirns wird von Hertwig bestätigt.

Magendie sah, dass Igel und Meerschweinchen, denen er das grosse und auch das kleine Gehirn weggenommen hatte, sich noch die Nase mit den Vorderpfoten rieben, wenn man ihnen Essig unter die Nase hielt. Derselbe will nach der Verletzung des kleinen Gehirns beobachtet haben, dass die Thiere sich anstrengten, vorwärts zu gehen, und durch eine innere Gewalt genöthigt wurden, rückwärts zu gehen. Nach der Verletzung der Pedunculi cerebelli ad pontem und des Pons selbst auf einer Seite sah er constant, dass die Thiere sich nach derselben Seite herumwälzen. Diese Wirkung erfolgt sogar durch jeden Verticalschnitt, welcher die über dem vierten Ventrikel liegende Markmasse trifft, zeigt sich aber am stärksten nach Verletzung der Pedunculi ad pontem. Zuweilen sollen die Thiere 60mal in der Minute sich umdrehen, und er sah diese Bewegung acht Tage ohne Aufhören fortdauern. Diese Bewegungen sind keine Convulsionen, sondern werden willkührlich von dem Thiere ausgeführt, als wenn eine innere Gewalt es dazu nöthigte, oder als wenn es von Schwindel ergriffen wäre. Durch die Durchschneidung des Schenkels der andern Seite soll man das Gleichgewicht wieder herstellen können. Hertwig sah auch Drehungen nach rechts nach Verletztung des Pons auf der rechten Seite beim Hunde; dabei war das eine Auge nach oben, das andere nach unten gedreht. Derselbe beobachtete bei Verletzungen des Pons auf der Oberfläche mässigen Schmerz, und schreibt dem Pons eine kreuzende Wirkung zu. Convulsionen beobachtete er nach Verletzungen des Pons nicht.

Der Pedunculus cerebelli inferior (Corpus restiforme) gehört zum System des verlängerten Markes; nach seiner Verletzung treten nach Rolando's Versuch an einer Ziege Convulsionen ein, wobei der Körper des Thieres auf die verletzte Seite sich krümmte. *Saggio ed.* 3. p. 128. Die Pedunculi cerebelli anteriores (ad Corp. quadrig.) bewirkten nach demselben Autor verletzt auch Convulsionen, die entgegengesetzten Extremitäten waren mehr be-

wegt; das Thier (Kaninchen) fiel nach Sprüngen immer auf die verletzte Seite.

Nach Gall soll das kleine Gehirn das Centralorgan des Geschlechtstriebes seyn. Diese Ansicht stützt sich nicht auf sichere Thatsachen. Burdach hat die hieher gehörigen Thatsachen zusammengestellt, a. a. O. 3. p. 423. Nach Burdach kömmt die Affection der Geschlechtstheile unter 17 Fällen von Fehlern des kleinen Gehirns, und unter 332 Fällen von Fehlern des grossen Gehirns einmal vor. In apoplectischen Fällen mit Erection hat man Bluterguss im kleinen Gehirne gefunden (Serres im *Journal de physiol.* 3. 114.). Dunglison beobachtete bei einer Entzündung des kleinen Gehirns mit seröser Ergiessung Priapismus. Bei Zerstörung des Rückenmarks in Thieren bewirkt man auch zuweilen Erection. Heusinger's Beobachtungen (Meckel's *Archiv.* 6. 551.), der bei zwei Vögeln, die plötzlich gestorben, einen strotzenden Zustand der Hoden und Blutergiessung im kleinen Gehirne fand, können wohl nicht als Beweise für Gall's Ansicht angeführt werden, und alle übrigen von Burdach angeführten Fälle von gleichzeitigen Krankheiten des kleinen Gehirns und der Genitalfunctionen beweisen im Grunde auch nicht viel. Die Coincidenz der Rückenmarkskrankheiten mit Affection der Genitalien ist noch häufiger. Auch steht die Entwickelung des kleinen Gehirns in keinem Verhältnisse mit der Energie des Geschlechtstriebes in der Thierwelt. Diess Organ ist bei den nackten Amphibien, wo es eine blosse Leiste über den vierten Ventrikel darstellt, ausserordentlich klein, und gleichwohl ist der Geschlechtstrieb dieser Thiere zum Sprüchworte geworden, obgleich bei den nackten Amphibien die Erection wegfällt. Gegen die Hypothese spricht ferner ein Präparat des anatomischen Museums zu Bonn von dem kleinen Gehirne eines Mannes, bei dem man bei der Section eine Atrophie der einen Hälfte des kleinen Gehirns fand. Siehe Weber in *nov. act. nat. cur.* 14. 111. Dieser Mann war an einer entzündlichen Krankheit gestorben, und hatte einen eher zu starken als zu schwachen Geschlechtstrieb; er war verheirathet und Vater von mehreren Kindern. Am merkwürdigsten sind aber die von Cruveilhier (*Anat. pathol. livr.* 15. 18.) mitgetheilten Thatsachen. In dem einen dieser Fälle, nämlich von einem 21jährigen Individuum, fanden sich zwei grosse tuberculöse Massen in der linken Hemisphäre des kleinen Gehirns, ohne paralytische Symptome, ohne Kopfschmerzen und ohne eine positive krankhafte Erscheinung in den Genitalien. Da dieses Individuum keine Neigung zu den Vergnügungen der Liebe gehabt haben soll, so könnte man diesen Fall als einen Beweis für die Gall'sche Hypothese ansehen. Indessen zeigt uns der zweite Fall eine Coincidenz des vollkommenen Mangels des kleinen Gehirns mit Neigung zur Mastupration; diess war ein eilfjähriges Mädchen. Im 7. Jahre zeigte dieses Subject eine grosse Schwäche in den Extremitäten, Mangel an Intelligenz und eine undeutliche Articulation. Im elften Jahre, zur Zeit, wo das Individuum genauer beobachtet wurde, war die Schwäche in den Extremitäten so gross, dass es kaum

die Beine bewegen konnte, die nichts von ihrer Sensibilität verloren hatten. Die Bewegung der Arme war gestattet; der intellectuelle Zustand war stumpfsinnig. Die Person starb an einer entzündlichen Krankheit. Die Fossae occipitales inferiores waren mit Serosität gefüllt. Statt des kleinen Gehirns fand sich nur eine kleine häutige Querbinde über dem verlängerten Marke, die jederseits in eine Haselnuss grosse Anschwellung überging. Der Pons fehlte durchaus, die Oliven waren undeutlich. Man sehe die Abbildung bei Cruveilhier *livr.* 15.

### VI. Von den Hemisphären des grossen Gehirns.

Schon die stufenweise Entwickelung der Hemisphären des grossen Gehirns bis zum Menschen, die Coincidenz der Atrophie und des Mangels der Windungen derselben mit Idiotismus zeigen, dass man in diesem Organsysteme des Gehirns den Sitz der höheren Seelenthätigkeiten suchen muss. Es ist aber auch direct durch Versuche bewiesen, dass dem so ist. Besonders sind Flourens Versuche auch in diesem Punkte sehr lehrreich geworden, und Hertwig's Versuche haben sie im Wesentlichen nur bestätigen können. Die Hemisphären des grossen Gehirns zeigen beim Anstich und Anschneiden selbst keine Empfindlichkeit. Der Ort des Gehirns, wo die Empfindungen zu Vorstellungen gestaltet, die Vorstellungen aufbewahrt werden, um gleichsam als Schatten der Empfindung wieder zu erscheinen, ist selbst nicht empfindlich. Diese Erfahrung, die auch Hertwig machte, stimmt auch mit Erfahrungen am Menschen bei Kopfverletzungen überein; denn oft genug hat man schon beobachtet, wo man hervorgequollene Theile des Gehirns von den gesunden ablösen musste, dass diess auch bei einem Subjecte mit klarem Bewusstseyn ohne alle Empfindung geschehen kann. Bei der Verletzung der Hemisphären entstehen auch keine Convulsionen, sondern die einzige constante Folge jeder tiefern Verletzung der Hemisphären ist Blindheit des Auges der entgegengesetzten Seite, und Stumpfsinn. Dass die oberen Theile der Hemisphären keine Muskelzusammenziehungen bewirken können, hatten schon Haller und Zinn gefunden. Auch die Corpora striata, die Sehhügel bewirken gereizt nach Flourens keine Zuckungen, und Lorry hatte dasselbe schon von dem Corpus callosum ausgemittelt.

Die von Flourens und Hertwig über die Function der Hemisphären an verschiedenen Thieren angestellten Versuche stimmen im Allgemeinen sehr überein. Ich werde das sehr interessante Detail eines Versuches von Flourens an einer Taube mittheilen. Als Flourens der Taube die rechte Hemisphäre weggenommen hatte, war sie auf der entgegengesetzten Seite blind. Gleichwohl dauerte die Contractilität der Iris auf diesem Auge fort, aus Gründen, die schon oben p. 830. angegeben worden. In allen Theilen der entgegengesetzten Seite des Rumpfes zeigte sich eine deutliche Schwäche. Diese Schwäche ist indess nach Flourens sowohl in Hinsicht des Grades als der Dauer eine veränderliche Erscheinung. Bei allen Thieren kommen die Kräfte bald wieder

ins Gleichgewicht, und das Missverhältniss zwischen beiden Seiten stellt sich wieder her. Die Taube sah auf der verletzten Seite sehr gut, sie hörte, stand, ging, flog ohne Hinderniss. Nach Wegnahme beider Hemisphären entsteht Verlust des Gesichtes und Muskelschwäche, die jedoch weder bedeutend noch anhaltend ist. Eine solche Taube flog, wenn man sie in die Luft warf; sie ging, wenn man sie stiess. Die Iris war in beiden Augen beweglich; die Taube hörte nicht, sie bewegte sich nicht freiwillig, immer zeigte sie sich in der Art eines schlafenden Thieres, und wenn man sie reizte, so zeigte sie das Wesen eines erwachenden Thieres. In welche Lage sie nun auch gebracht wurde, so setzte sie sich ins Gleichgewicht; auf den Rücken gelegt, stand sie auf; Wasser, das man ihr in den Schnabel gab, trank sie; sie widerstrebte den Bemühungen, den Schnabel zu öffnen. Flourens vergleicht ein solches Thier mit einem Wesen, das immer zu schlafen genöthigt ist, aber selbst das Vermögen zu träumen verloren hat. Die Versuche an Säugethieren fielen fast eben so aus. Hertwig's Versuche stimmen mit denen von Flourens überein. Er fand die Hemisphären des grossen Gehirns nicht empfindlich, und nur bei der Verwundung der Basis des Gehirns zeigte ein Hund Zeichen des Schmerzes. Ein Hund, dem Hertwig beide Hemisphären weggenommen, bewegte sich nicht mehr freiwillig von dem Orte, wo er lag, sondern war ganz stumpfsinnig; angeregt, that er einige Schritte, sogleich fiel er aber wieder zu Boden und in Schlafsucht. Einen Schuss hörte er nicht. Eine Taube, welcher Hertwig den obern Theil der Hemisphäre wegnahm, hatte Gesicht und Gehör verloren, und sass wie schlafend da. Er fütterte sie; Erbsen, die ihr bloss in den Schnabel gegeben wurden, verschlang sie nicht, wohl aber, wenn sie auf die Zunge gelegt wurden (Reflexion); die Muskeln waren wenig geschwächt; sie stand fest und flog, in die Luft geworfen. Dieser Zustand dauerte bis zum 15. Tage, wo das Gehör und die Empfindlichkeit grösstentheils wiederkehrten; diese Taube lebte drei Monate. Eine Henne, der beide Hemisphären bis fast auf die Basis ausgeschnitten waren, hatte Gesicht, Gehör, Geschmack, Geruch verloren, sass immer an einem Orte und gab kein Zeichen von sich, bis sie heftig angeregt, einige Schritte that. In diesem Sopor lebte das Thier ohne Wiederherstellung der Sinnesthätigkeit drei Monate. Schoeps hat ähnliche Versuche angestellt. Meckel's *Archiv.* 1827.

Offenbar, wie aus diesen Versuchen und den Folgen des Drucks auf die Hemisphären des Menschen hervorgeht, sind diese Theile des Gehirns der Sitz der Seelenfunctionen, der Ort, wo die Empfindungen nicht bloss bewusst werden, sondern zu Anschauungen, Vorstellungen umgeschaffen, und von wo aus die Seelenthätigkeit als Aufmerksamkeit bald mehr diesem, bald jenem Theile der sensoriellen Einwirkungen sich zuwendet. Welcher Unterschied in Hinsicht der Kräfte der grauen und markigen Substanz obwalte, ist gänzlich unbekannt. Mit der Ausdehnung der Oberfläche der Hirnwindungen nimmt offenbar die Capacität des Seelenvermögens in der Thierwelt zu; aber wir kennen nicht

entfernterweise den Einfluss der grauen Rinde, in welche die unendliche Menge der Fasern des Stabkranzes zuletzt ausstrahlen. Welche Veränderung in den Markfasern oder der grauen Masse, oder dem sie beseelenden Principe vorgeht, wenn eine Vorstellung eine Impression auf die leicht veränderliche Materie des wunderbaren Baues macht, ist gänzlich unbekannt. Wir wissen nur, dass jede Vorstellung ein in dem Gehirne bleibender unveräusserlicher Eindruck ist, der in jedem Augenblicke wieder auftauchen kann, wenn die Thätigkeit der Seele sich ihm zuwendet, wenn die Aufmerksamkeit auf diesen Eindruck sich spannt, und dass nur die Unmöglichkeit, vielen Gegenständen zugleich aufmerksam zu seyn, jenes Vergessen erzeugt. Wir müssen uns alle diese Bilder im latenten Zustande als unvertilgbare Eindrücke des Gehirns denken. Eine Hirnverletzung kann einzelne oder alle verwischen. Man hat nach Hirnverletzungen das Gedächtnichtniss für Hauptwörter, Zeitwörter und Lebensabschnitte schwinden und wiederkehren gesehen. Die Erhebung eines einzigen Bildes ins aufmerksame Bewusstseyn modificirt die Coexistenz und stört das Gleichgewicht aller übrigen; daher, wenn die jedesmalige Stärke der zugleich vorhandenen latenten Vorstellungen bekannt wäre, die durch eine Vorstellung hervorzurufende verwandte Vorstellung fast berechnet werden könnte, wenn nur die erste bekannt ist.

Dass es im Gehirne eine affective Provinz oder ein affectives Element gebe, bei dessen Anregung jede Vorstellung an affectiver Stärke schwellen kann, und welches bei seiner vorzugsweisen Thätigkeit jede auch noch so einfache Vorstellung zum affectiven leidenschaftlichen Zustande macht, und auch im Traume den Bildern affective Farben und Nüancen giebt, ist im Allgemeinen zwar wahrscheinlich, lässt sich aber weder im Allgemeinen streng beweisen, noch örtlich nachweisen. Noch viel weniger lässt sich aber beweisen, dass selbst ausser dem leidenschaftlichen Elemente der Seele auch die verschiedenen Richtungen der Geistesthätigkeiten und Leidenschaften ihren besondern Sitz in den Provinzen der Hemisphären haben. Dieser Ansicht von Gall, auf welche sich die Cranioscopie gründen soll, steht zwar aus allgemeinen Gründen keine Unmöglichkeit entgegen, aber es giebt durchaus keine Thatsachen, welche nur entfernter Weise die Richtigkeit einer solchen Ansicht im Allgemeinen und die Richtigkeit der Durchführung im Einzelnen zu erweisen im Stande wären. Es lässt sich keine Provinz des Gehirns nachweisen, worin das Gedächtniss, die Einbildungskraft u. s. w. ihren Sitz hätten. Immer kann das Gedächtniss durch Verletzung der Hemisphären an irgend einem Theile ihres Umfanges verloren gehen; und so ist es mit allen Hauptvermögen oder Richtungen der geistigen Thätigkeit. Bedenkt man auf der andern Seite die zum Theil ganz unpsychologischen, von Gall zusammengebrachten Urvermögen, so kann man diese durch nichts zu beweisenden Willkührlichkeiten ohne Weiteres von den Forum wissenschaftlicher Untersuchungen ausschliessen. Ganz interessant ist in dieser Hinsicht, was Napoleon über Gall's System gegen

Las Cases äusserte: „er schreibt gewissen Hervorragungen Neigungen und Verbrechen zu, die nicht in der Natur vorhanden sind, die nur aus der Gesellschaft, aus der Convention hervorgehen. Was würde aus dem Organe des Diebstahls werden, wenn es kein Eigenthum gäbe; aus dem Organe der Trinksucht, wenn keine geistigen Getränke, aus dem Ehrgeiz, wenn es keine Gesellschaft gäbe." Obgleich Gall kein Organ der Trinksucht annahm, so ist doch diese Bemerkung in Beziehung auf die schlechte psychologische Grundlage der Gall'schen Organe richtig. Indessen wirft Napoleon's Bemerkung nur die Art der Durchführung, nicht das Princip des Gall'schen Systems um. Was das Princip betrifft, so ist gegen dessen Möglichkeit im Allgemeinen a priori nichts einzuwenden; aber die Erfahrung zeigt, dass jene Organologie von Gall durchaus keine erfahrungsmässige Basis hat, und die Geschichte der Kopfverletzungen spricht sogar gegen die Existenz besonderer Provinzen des Gehirns für verschiedene geistige Thätigkeiten. Nicht allein, dass die höheren und niederen intellectuellen Fähigkeiten, Denken, Vorstellen, Phantasie, Erinnern, an jeder Stelle der Oberfläche der Hemisphären durch Verletzung beeinträchtigt werden können; man hat auch oft genug gesehen, dass die verschiedenen Theile der Hemisphären die Thätigkeit der anderen bei den intellectuellen Functionen unterstützen können, und man hat bei Menschen, wo die Entfernung zerstörter Parthien der Oberfläche der Hemisphären nöthig war, öfter keine Aenderung in den moralischen und intellectuellen Eigenschaften derselben eintreten gesehen. Magendie hat vollkommen Recht, wenn er die Craniologie in eine Categorie mit der Astrologie, Alchimie stellt.

Was das Verhältniss beider Hemisphären zu einander betrifft, so scheint es, dass die Integrität einer Hemisphäre die andere bei den intellectuellen Functionen ersetzen kann. Wenigstens hat man in einigen Fällen beständige Zerstörungen in der einen Hemisphäre ohne Störung des Geistes schon vorgefunden, und Cruveilhier (*Livr.* 8.) hat den Fall einer Atrophie der ganzen linken Hemisphäre des grossen Gehirns in einem 42jährigen Manne bei ungestörtem Geistesvermögen mitgetheilt. Die atrophirte linke Hemisphäre hatte ohngefähr die Hälfte der Grösse der rechten, alle Theile der ersten sind gleichmässig atrophirt; daher sind das Crus cerebri, das Corpus mammillare, der Thalamus opticus, das Corpus striatum, der Ventrikel dieser Seite kleiner. Das kleine Gehirn war auf beiden Seiten ziemlich gleich ausgebildet; die rechte Hemisphäre ein wenig kleiner. In diesem Falle war die entgegengesetzte Seite des Rumpfes von Jugend auf unvollkommen gelähmt, so, dass die Person noch an einem Stocke gehen konnte; die Glieder dieser Seite waren abgemagert.

Die Commissuren scheinen die Ursache der Einheit der Wirkungen beider Hemisphären zu seyn. Welcher Antheil dem Balken hierbei zukomme, ist noch nicht ganz gewiss; doch scheint die Theilung desselben und des Fornix, nach einer Beobachtung von Reil (Reil's *Archiv.* 11. 341.) zur Ausübung der niederen Seelenthätigkeiten nicht nöthig. Reil

ſand diesen Mangel bei Erhaltung der Commissuren bei einer stumpfsinnigen Frau, die gleichwohl zu gewöhnlichen Aufträgen und Geschäften, wie Botenlaufen, fähig war. Dass man bei einer chronischen Hirnwassersucht mit Zerstörung des Balkens Blödsinn beobachtete, beweist wegen der Complication nicht viel. Indessen hat man bei Blödsinnigen schon Geschwülste und Hydatiden auf dem Balken gefunden, und La Peyronnie beobachtete bei Verletzung des Balkens Verlust des Gedächtnisses. Die hieher gehörigen Beobachtungen findet man von Treviranus (*Biol.* 6. 258.) und Burdach a. a. O. gesammelt. Directe Versuche über die Bedeutung des Balkens sind noch wenige gemacht. Saucerotte durchschnitt den Balken bei einem Hunde; es erfolgte Betäubung mit heftigem Schütteln und Schluchzen. Das Thier sah und hörte, aber roch nicht, und empfand nicht an den Ohren, an der Nase, und bei Verletzungen der Muskeln. Burdach 3. 486. Rolando machte dieselbe Operation an einer Ziege, a. a. O. 2. 218. Das Thier stand einige Zeit unbeweglich, wurde darauf unruhig und lief vorwärts. Es wurde zwei Tage erhalten; allmählig wurde es schwach, konnte sich kaum erheben, und zitterte am ganzen Körper, der kalt war.

Die Bedeutung der Hypophysis und der Zirbeldrüse sind so gut wie gänzlich unbekannt. Greding fand zwar bei Seelenkrankheiten öfter Krankeiten der Hypophysis; allein man hat in Geisteskrankheiten schon in allen Theilen des Gehirns Entartungen gefunden. Wenzel fand die Hypophysis bei Epileptischen öfter krankhaft. Burdach 3. 467. Descartes Hypothese, dass der Sitz der Seele in der Zirbel sey, ist längs vergessen und aufgegeben. Diese zeigt sich nach Georget's Erfahrungen in Geisteskranken sogar selten verändert. Burdach 3. 467.

Die Anwendung der Resultate der pathologischen Anatomie auf die Physiologie des Gehirns kann übrigens immer nur sehr beschränkt seyn. Wir kennen die Gesetze der Mittheilung zwischen den verschiedenen Hirntheilen nicht, und wir können nur im Allgemeinen für gewiss annehmen, dass eine organische Krankheit in einem Theile des Gehirns auch Veränderungen der Function anderer Hirntheile nach sich zieht; ohne dass wir immer aus diesen und den pathologisch-anatomischen Resultaten sichere Schlüsse machen dürften. Degenerationen in den verschiedensten Theilen des Gehirns, welche nach den Versuchen nicht unmittelbar mit den Centralorganen des Sehsinnes zusammenhängen, bewirken gleichwohl oft Blindheit; diess darf uns um so weniger wundern, als wir selbst in Rückenmarkskrankheiten, wie bei der Tabes dorsalis, öfter Amblyopie erfolgen sehen. Dasselbe gilt von der Bedeutung der organischen Veränderungen der verschiedenen Hirntheile in Beziehung auf die Geisteskrankheiten, bei welchen sich öfter Degeneration in Hirntheilen vorgefunden hat, die nicht der wesentliche Sitz der intellectuellen Functionen sind. Die verdienstlichen Sammlungen und Berechnungen, welche Burdach über die Coincidenz der Degenerationen der Gehirntheile mit gewissen Veränderungen der Functionen gegeben hat, liefern für das Ebengesagte eine Fülle von Beispielen. Ferner muss bemerkt

werden, dass eine chronische Veränderung im Gehirne, wenn sie bloss durch Druck wirkt, und keine volle Atrophie der gedrückten Theile erzeugt, durch ihre allmählige Entwickelung die afficirten Theile vorbereiten und an ihr Daseyn gewöhnen kann. Daher der grosse Unterschied der plötzlichen und chronischen Verletzungen des Gehirns in Hinsicht der Folgen. So konnten z. B. so wichtige Theile, wie die Varolsbrücke und die Hirnschenkel, durch eine langsam sich entwickelnde perlartige Fettgeschwulst in ihren Wirkungen nicht wesentlich verändert werden, wie ein von Cruveilhier (*Anat. path. livr.* 2.) mitgetheilter Fall beweist, in welchem weder die Bewegung noch die Empfindung alterirt waren.

### VII. Mechanik des Gehirns und Rückenmarks.

Unter Mechanik des Gehirns und Rückenmarkes versteht man hier die Gesetze, nach welchen die Verbreitung und Leitung der Wirkungen in den Faserungen des Gehirns und Rükkenmarkes erfolgt; wir reden also hier auch wieder in demselben Sinne von Mechanik, wie die Physik bei der Mechanik des Lichtes. So ausgebildet bereits die Mechanik der Nerven ist, so dunkel ist die der Centraltheile; die Primitivfasern der Nerven in derselben Scheide zusammenliegend, theilen sich ihre Zustände nicht mit, und wirken isolirt von den peripherischen Theilen zu den Centraltheilen und von diesen zurück. Wenn, wie es wahrscheinlich gemacht worden, diese Fasern Röhren sind, worin das Nervenmark enthalten ist, so scheinen die Wände dieser Röhren für ihren Inhalt isolirend zu seyn. Die Gehirn- und Rückenmarksfasern verhalten sich ganz anders; das Mark ist bei ihnen nicht in so deutlichen Schläuchen enthalten, und zwischen ihnen hat man, besonders in der grauen Substanz, noch eine ungefaserte körnige Masse beobachtet, welche die Leitung von einer zur andern Faser einigermaassen zu erleichtern scheint, auch da, wo keine Communicationen der Fasern stattfinden. Daher vielleicht die Mittheilbarkeit der Zustände des Gehirns und Rückenmarkes, die Erscheinungen der Reflexion von den Empfindungswurzeln auf die in Hinsicht des Ursprunges nahen Bewegungswurzeln. Nichts destoweniger erfolgt die Leitung in den Faserungen des Rückenmarkes in der Regel immer leichter in der Richtung der Fasern als in abweichenden Richtungen; sonst wäre die motorische Excitation der Ursprünge gewisser Nerven des Rumpfes, und die kreuzende Wirkung des Gehirns auf die Spinalnerven nicht möglich. Die Gesetze der Leitung der grauen Substanz im Innern des Gehirns und Rückenmarkes und auf der Oberfläche des grossen Gehirns sind uns gänzlich unbekannt. Auch müssen wir uns bescheiden, die Mitwirkungen der Faserungen bei allen intellectuellen Functionen des Gehirns von unseren Betrachtungen gänzlich auszuschliessen.

Ausser der Reflexion der Wirkungen von den Empfindungsfasern auf die Bewegungsfasern durch das Rückenmark, deren Thatsachen p. 688. erläutert worden, deren Erklärung aus der

Structur des Rückenmarkes und Gehirns noch nicht möglich ist, hat die Mechanik des Gehirns und Rückenmarkes, die in den Centraltheilen wirkenden motorischen Apparate, vorzüglich aber die Wege der Leitung bei den Empfindungen und Bewegungen, die hierbei stattfindende Kreuzung zu untersuchen.

Unter den motorischen Apparaten müssen wir diejenigen, deren Verletzung Zuckungen hervorbringt, von denjenigen unterscheiden, deren Verletzung die Kraft der Bewegung vermindert, ohne dass Zuckungen entstehen. Diess ist eine wichtige Unterscheidung, die wir Flourens verdanken, und welche einst für die Pathologie der Hirnkrankheiten von Wichtigkeit werden dürfte. In die erste Classe gehören nach Flourens und Hertwig's Versuchen nur die Vierhügel, das verlängerte Mark und das Rückenmark; in die letzte Classe alle sonst im Gehirne enthaltenen motorischen Apparate, namentlich die Sehhügel, gestreiften Körper, überhaupt das grosse Gehirn, so weit es auf Bewegung Einfluss hat, ferner Pons Varolii und kleines Gehirn. Nach der Verletzung dieser Theile nimmt die Kraft der Bewegung ab, aber es entstehen keine Zuckungen, während nach Verletzung des verlängerten Markes und Rückenmarkes unfehlbar Zukkungen erfolgen. Obgleich nun bei der Wechselwirkung der verschiedenen Theile des Gehirns wahrscheinlich auch andere Theile, als das verlängerte Mark und die Vierhügel, in Krankheiten sympathisch Zuckungen bewirken können, wie auch die Pathologie bestätigt; so geht doch aus den oben mitgetheilten Thatsachen so viel hervor, dass, wenn die Kraft beweglicher Theile aus Krankheitsursachen in den Centraltheilen abgenommen hat, diese Ursachen eben so gut in den gestreiften Körpern, Thalami optici, Hemisphären, Pons, Cerebellum, Medulla oblongata, Medulla spinalis liegen können, dass aber, wenn Krampf oder Zuckung und Lähmung ihre Ursache in den Centraltheilen haben, diese viel eher in den Vierhügeln, im Rückenmark und verlängerten Mark, als in den übrigen der oben genannten Theile zu suchen ist.

Ein anderer für die Mechanik der Centraltheile wichtiger Umstand ist die Kreuzung der Wirkungen. Aus den über die Verwundung des Rückenmarkes und verlängerten Markes bei Thieren angestellten Versuchen und aus pathologischen Beobachtungen ergiebt sich, dass die Wirkungen dieser Theile auf die Nerven sich nicht kreuzen. Eine Verletzung des verlängerten Markes oder des Rückenmarkes bewirkt immer Zuckung oder Lähmung auf derselben Seite. Diess ist für das Rückenmark leicht erklärlich, weil es in ihm keine Kreuzung der Fasern von rechts nach links und umgekehrt giebt. In Hinsicht des verlängerten Markes ist das Ergebniss der Versuche von Flourens, Hertwig nicht ganz mit der Structur übereinstimmend; denn da von den Strängen des verlängerten Markes wenigstens die Pyramiden sich kreuzen, die anderen Stränge aber auf derselben Seite des Rükkenmarkes fortgehen, so sollte man erwarten, dass je nach der Art der verletzten Theile des verlängerten Markes bald eine kreuzende, bald eine gleichseitige Wirkung erfolge. Lorry hatte in der That auch beobachtet, dass bei Verwundungen des ver-

längerten Markes die Zuckungen stets auf der verwundeten, die Lähmungen auf der entgegengesetzten Seite seyen. Indess sind die Resultate der Versuche von FLOURENS und HERTWIG durchaus dagegen. Aber man muss bedenken, dass die Versuche meist wohl nur an den nicht kreuzenden seitlichen Strängen des verlängerten Markes angestellt wurden; und es ist sehr wahrscheinlich, dass, wenn eine Verwundung die Pyramiden des verlängerten Markes über der Kreuzung trifft, auch Kreuzung der Wirkungen erfolgen wird. Die Wirkungen des kleinen Gehirns der Vierhügel, der Hemisphären und der darin enthaltenen Theile ist fast immer kreuzend; die Verletzung des kleinen Gehirns, der Vierhügel und der Hemisphären des grossen Gehirns bewirkt immer die Schwäche auf der entgegengesetzten Seite, die Verletzung der Hemisphären, der Vierhügel bewirkt Blindheit auf der entgegengesetzten Seite. Diess ist das allgemeine Resultat der Versuche von FLOURENS und HERTWIG. Von dem grossen Gehirne hatten diess schon theils Versuche, theils pathologische Beobachtungen von CALDANI, ARNEMANN, VALSALVA, WENZEL u. A. erwiesen. Siehe TREVIRANUS *Biol.* 6. 117. BURDACH a. a. O. 3. 365. MAGENDIE sagt dasselbe von den Hemisphären, und er bewirkte durch Exstirpatien eines Auges bei Vögeln sogar in kurzer Zeit Atrophie des entgegengesetzten Lobus opticus. Die Vierhügel zeigen bei Verletzungen derselben die kreuzende Wirkung nach FLOURENS vorwärts und rückwärts, nach vorn auf die Augen, nach hinten auf die anderen Theile des Körpers. Mit diesem Resultate stimmen auch die meisten pathologischen Beobachtungen überein; und man hat nur selten Ausnahmen beobachtet, welche TREVIRANUS (*Biol.* 6.) und BURDACH zusammengestellt haben. Aus BURDACH's Zusammenstellung von 268 Fällen mit einseitiger Abnormität des Gehirns ergiebt sich, dass auf diese Zahl 10 Fälle mit Lähmung beider Seiten, und 258 mit Hemiplegie kommen, und dass unter diesen nur 15 mit gleichseitiger Lähmung sind. Die Convulsionen waren in 25 Fällen gleichseitig, in 3 Fällen ungleichseitig.

Nach diesen Thatsachen lässt sich wohl die Entstehung des alten, schon von HIPPOCRATES an geltenden Dogma erklären, dass bei Gehirnwunden die Convulsion auf der verwundeten, die Lähmung auf der entgegengesetzten Seite sey. Man kann nämlich durch eine gewisse Art der Hirnverwundung beide Erfolge zugleich erzeugen, indem man Lähmung bedingende und Zuckung bedingende, kreuzende und nicht kreuzende Theile verletzt. Niemand hat diese Verhältnisse mehr aufgeklärt als FLOURENS. Durch Verletzung des Rückenmarkes und des verlängerten Markes bewirkt man Lähmung und Zuckung auf derselben Seite, durch Verletzung der Vierhügel Lähmung und Zuckung auf der entgegengesetzten Seite. Durch Verletzung der Thalami, Corpora striata, Hemisphären des grossen und kleinen Gehirns bewirkt man Lähmung auf der entgegengesetzten Seite ohne Zuckung. Wird aber das kleine Gehirn und das verlängerte Mark zugleich auf einer Seite verwundet, so hat man lähmungsartige Schwäche auf der entgegengesetzten, und Zuckung mit Lähmung auf derselben Seite.

Siehe Flourens a. a. O. p. 108. So viel Licht indess die Versuche von Flourens über die Kreuzung der Lähmungen und Convulsionen werfen, so scheint derselbe doch aus seinen Versuchen zu viel gegen die Möglichkeit von gleichseitigen Convulsionen bei Hirnfehlern auf einer Seite geschlossen zu haben. Es ist zu auffallend, dass in Burdach's Zusammenstellung von einseitigen Hirnfehlern die Convulsion in 25 Fällen gleichseitig, nur in 3 Fällen ungleichseitig erfolgte; unter diesen Beobachtungen sind uns gerade diejenigen von Wichtigkeit, wo bei ungleichseitiger Lähmung gleichseitige Convulsion erfolgte. Bei Fehlern in dem Corpus striatum einer Seite kommen auf 36 Fälle von ungleichseitiger Lähmung 6 Fälle mit gleichseitiger Convulsion, und keine mit ungleichseitiger Convulsion vor. Diess dürfte ziemlich deutlich für den alten Satz sprechen, dass, wenn bei einseitigen Hirnfehlern mit ungleichseitigen Lähmungen Convulsionen vorkommen, diese leichter gleichseitig als ungleichseitig sind.

Die Erklärung der kreuzenden Wirkung durch die Kreuzung der Fasciculi pyramidales des verlängerten Markes liegt zu nahe, als dass sie nicht seit der Kenntniss dieser Kreuzung als Ursache der kreuzenden Hirnwirkungen angenommen worden wäre. Es beweist auch die Kreuzung dieser Fascikel in Uebereinstimmung mit der kreuzenden Wirkung des Gehirns auf den Rumpf, dass die Pyramiden unter den Strängen des verlängerten Markes vorzüglich es sind, welche den motorischen Einfluss vom Gehirn auf den Rumpf leiten. Da indess die übrigen Fascikel des verlängerten Markes sich nicht kreuzen, so fehlt es auch nicht an einem Erklärungsgrunde für die ausnahmsweise stattfindende gleichseitige Wirkung des Gehirns auf den Rumpf.

Eine ganz besondere Schwierigkeit bietet das Verhalten der Hirnnerven in Beziehung auf Kreuzung und Nichtkreuzung der Wirkungen dar. Denn da diese grösstentheils über der Kreuzung der Pyramiden ihren Ursprung nehmen, so lässt sich die Kreuzung der Pyramiden auch nicht als Erklärung der kreuzenden Wirkung der Hirnverletzungen auf die Hirnnerven annehmen; und was die Sache noch verwickelter macht, ist der Umstand, dass die Hirnnerven beim Menschen wenigstens eben so häufig eine gleichseitige, als eine kreuzende Wirkung des Gehirns erfahren. Ich verweise in dieser Hinsicht auf die von Burdach mit einem bewunderungswürdigen Fleisse zusammengestellten Thatsachen. Bei einseitigem Hirnfehler erfolgte Lähmung der Gesichtsmuskeln in 28 Fällen auf der entgegengesetzten Seite, in 10 Fällen auf derselben Seite. Lähmung des Augenliedes erfolgte gleichseitig in 6, kreuzend in 5 Fällen; Lähmung der Augenmuskeln gleichseitig in 8, kreuzend in 4 Fällen; Lähmung der Iris gleichseitig in 5, kreuzend in 5 Fällen. Burdach 3. 372. Die Zunge ist in der Regel gegen die gelähmte Seite des Gesichts hingezogen. Burdach 3. 377.

Beim Menschen beobachtet man in Hirnfehlern eben so oft eine gleichseitige als eine kreuzende Lähmung des Auges. Burdach 3. 378. Da zu der Zusammensetzung des Sehnerven jedes Auges beide Hemisphären beitragen, indem jede Sehnervenwurzel im Chiasma Fasern für beide Augen abgiebt, so ist die Gleich-

zahl der kreuzenden und nicht kreuzenden Wirkung leicht einsichtlich. Aber nach der Theorie sollte durch einen einseitigen Hirnfehler weder eine kreuzende noch eine gleichseitige Blindheit, sondern halbseitige Lähmung der Markhäute beider Augen, also Halbsehen erfolgen; indem die linke Sehnervenwurzel in den linken Theil der Sehnerven beider Augen, die rechte Sehnervenwurzel in den rechten Theil der Sehnerven beider Augen im Chiasma übergeht. Man hat zwar schon öfter Halbsehen als vorübergehendes Symptom beobachtet. Siehe Mueller's *Physiol. d. Gesichtssinnes.* p. 93. Aber bei einseitigen Hirnfehlern kömmt nicht Halbsehen, sondern in der Regel Blindheit des einen, oder des andern, oder beider Augen vor. Sehr merkwürdig ist der Unterschied des Menschen und der Thiere, dass bei ersterem Hirnfehler eben so leicht eine gleichseitige als eine kreuzende Blindheit hervorbringen, während bei den Thieren immer auf einseitige Hirnverletzungen kreuzende Blindheit eintritt. Diess erklärt sich indess aus der bei den Thieren verschiedenen Mischung der Fasern in dem Chiasma der Sehnerven. Bei den Thieren scheint der grösste Theile der Fasern kreuzweise zur entgegengesetzten Seite zu gehen, und diess ist wohl durch den Umstand nothwendig bedingt, dass die Thiere mit dem grössten Theile der Sehfelder ihrer divergirenden Augen ganz verschiedene Gegenstände sehen. Nur die mittlern Objecte zwischen beiden Augen werfen ihr Bild auf beide Augen; also nur ein kleiner Theil des Sehfeldes beider Augen ist identisch. Beim Menschen aber sehen die geometrisch correspondirenden Theile beider Markhäute bei der gewöhnlichen Stellung beider Augen immer dasselbe Object. Diese geometrisch übereinstimmenden Theile ihrer Sehnervenhaut haben nur eine Empfindung trotz zwei Organen. Und damit stimmt der Bau des Chiasmas beim Menschen überein, dass nämlich jede Sehnervenwurzel die äusseren Fasern des Sehnervens derselben Seite, und die inneren Fasern des entgegengesetzten Sehnervens abgiebt. Vergl. oben p. 687.

Aus den vorher entwickelten Thatsachen der Mechanik des Gehirns, und aus den schon in der Lehre vom Rückenmark aufgestellten Grundsätzen der Mechanik desselben lässt sich nun eine Classification der Lähmungen und Krämpfe in Hinsicht ihres Ursprunges geben.

*A.* Lähmungen. Die Lähmungen sind theils Nervenlähmungen, die ihren Sitz bloss in einem einzelnen Nerven und nicht im Gehirne und Rückenmarke haben, theils Hirn- und Rückenmarkslähmungen. Die ersteren entstehen durch alle Ursachen, welche in den Nerven örtlich die Leitung aufheben, wie rheumatische Affection, Durchschneidung, Geschwülste der Nerven etc. Bei den letzteren ist die Ursache nicht in den Nerven, sondern in den Centraltheilen zu suchen. Die meisten Lähmungen sind Hirn- und Rückenmarkslähmungen. Von diesen ist hier zunächst die Rede. Diese Lähmungen sind theils halbseitig, Hemiplegie, theils Querlähmungen, Paraplegie; im erstern Falle ist die lähmende Ursache auf einer Seite des Gehirns oder Rückenmarkes, im letztern ist sie entweder auf beiden Seiten, oder auch auf

einer von beiden, denn eine Querlähmung erfolgt auch öfters, wenn auch die Ursache nur auf einer Seite des Gehirns ist.

1) Rückenmarkslähmungen. Sie haben das Eigenthümliche, dass der Sitz der Lähmung in der Regel aus dem Umfange der gelähmten Theile berechnet werden kann. Denn bei Rückenmarksverletzungen sind in der Regel alle Theile gelähmt, welche unter der verletzten Stelle des Rückenmarkes von der Fortsetzung des verletzten Stranges Nerven erhalten. Bei einer Rückenmarkslähmung mit blosser Lähmung der unteren Extremitäten, der Schliessmuskeln ist in der Regel der untere Theil des Rückenmarkes leidend; liegt die Ursache höher, so ist der Umfang der gelähmten Theile grösser. Eine lähmende Ursache unter dem vierten Halsnerven lähmt die oberen Extremitäten allein oder mit allen tieferen Theilen; aber nicht den N. phrenicus. Eine höhere Verletzung lähmt auch diesen Nerven. Eine lähmende Ursache an der Medulla oblongata lähmt den ganzen Rumpf und auch die von der Medulla oblongata entspringenden Kopfnerven. Ich kenne einen Fall von Krankheit der Medulla oblongata von Druck einer kleinen Geschwulst, wo eine unvollkommene Lähmung allmählig an allen Muskeln des ganzen Körpers zugleich eintrat, und sowohl die Arme als die Beine, die Zunge, wie die Augen und Gesichtsmuskeln afficirt waren. Im Allgemeinen gilt bei Rückenmarkslähmungen die Richtschnur, dass die Höhe der gelähmten Theile nach dem Ursprunge ihrer Nerven den Sitz der verletzten Stelle des Rückenmarkes andeutet. Bei einer Verletzung des Lendentheiles des Rückenmarkes sind nothwendig die unteren Extremitäten gelähmt, und niemals die oberen Extremitäten. Bei einer Lähmung der Arme von Rückenmarksleiden reicht die Ursache sicher über den Ursprung der Armnerven hinauf, deswegen brauchen aber nicht die unteren Extremitäten zugleich gelähmt zu seyn. Immer ist die Wirkung auf derselben Seite der Ursache. Ist die Empfindung gelähmt, so ist es wahrscheinlich, aber nicht gewiss, dass die Ursache in den hinteren Strängen des Rückenmarkes sey; ist die Bewegung gelähmt, so ist sie häufiger, aber nicht constant in den vorderen Strängen. Siehe oben p. 794.

Diese Lähmungen sind bald vollkommene, bald unvollkommene, Paresis. Bei den vollkommenen ist die Leitung des Hirneinflusses an einer Stelle des Rückenmarkes aufgehoben, bei den unvollkommenen ist die Leitung vorhanden, der Wille wirkt auf alle Muskeln, aber die Kraft erlischt, wie bei der Atrophie des Rückenmarkes, Tabes dorsalis.

2) Hirnlähmungen. Sie können sich an jedem Theile des Rumpfes, am Gesicht, wie an den oberen und unteren Extremitäten äussern. Eine Lähmung der Wadenmuskeln oder der Schliessmuskeln kann daher eben so gut eine Rückenmarks- als eine Hirnlähmung seyn. Dass es eine Hirnlähmung sey, kann erst daraus geschlossen werden, dass zu den gelähmten Theilen und Functionen auch solche gehören, die von Hirnnerven abhängig sind, wie die Augenmuskeln, das Sehvermögen des Auges, das Gehör, die Sprache oder Bewegung der Zunge, die Ge-

sichtsmuskeln u. s. w.; diese Lähmungen sind auch wieder Lähmungen der Empfindung, oder der Bewegung, oder beider zugleich. Bei den Lähmungen der Bewegung kann die Ursache in den gestreiften Körpern, in den Thalami, in den Decken der Hemisphären selbst, in den Vierhügeln, im Pons, in der Medulla oblongata, im kleinen Gehirne seyn. Serres, Bouillaud, Pinel-Grand-Champ behaupten nach ihren Beobachtungen, dass die Lähmung der vorderen Extremitäten öfter von Verletzung der Thalami, die Lähmung der hinteren Extremitäten öfter von Degenerationen der Corpora striata abhänge; diess ist keinesweges festgestellt. Bei den Lähmungen der Empfindung kann die Ursache sehr verschiedene Sitze haben. Blindheit erfolgt am häufigsten von Degeneration der Hemisphären, besonders der Thalami, ferner der Corpora quadrigemina; Mangel der Gefühlsempfindung bei Krankheiten der Medulla oblongata. Die Lähmung ist bald vollkommen, bald unvollkommen; Theile, welche verletzt am leichtesten die Kraft der Bewegung rauben, sind die Corpora striata, thalami, die Schenkel des grossen Gehirns, Pons. Unvollkommene Lähmung erfolgt am leichtesten von Krankheiten der Hemisphären des grossen Gehirns und Krankheiten des kleinen Gehirns. Theile des Gehirns, welche ausser Lähmung auch leicht Krämpfe erzeugen, sind die Vierhügel, die Medulla oblongata und die Basilartheile des grossen Gehirns. Die Wirkungen der lähmenden Ursache erfolgen an dem Rumpfe in der Regel kreuzend, an dem Kopfe eben so oft gleichseitig als kreuzend.

*B.* Convulsionen. Sie haben ihre Ursache theils in den Nerven, theils in dem Gehirne, theils im Rückenmarke.

1) In den Nerven. Hieher gehören die durch örtliche Nervenkrankheiten, Nervengeschwülste, Neuralgien, oder überhaupt heftige Empfindungen, und bei Kindern durch alle örtlichen Krankheiten erregten Convulsionen von Leitung der centripetalen Erregung auf das Rückenmark und Gehirn, und Reflexion auf die motorischen Nerven.

2) Im Rückenmarke. Die Gesetze, nach welchen die Lähmungen erfolgen, gelten auch hier für die Convulsionen.

3) Im Gehirne. Eben so verhält es sich mit dem Gehirne; nur ist zu bemerken, dass die Hemisphären des grossen Gehirns, des kleinen Gehirns, der Pons mehr zu den Lähmung bedingenden, die Vierhügel und die Medulla oblongata zu den Lähmung und Convulsion bedingenden Theilen des Gehirns gehören.

Nachdem wir die Gesetze der Mechanik des Gehirns und Rückenmarkes bisher bei der Fortpflanzung der Wirkungen untersucht haben, wenden wir uns zuletzt zu den aus dem aufgehobenen Gleichgewicht der Hirnwirkungen erfolgenden statischen Erscheinungen. Nach Verletzung gewisser Theile des Gehirns treten Erscheinungen ein, als wäre das Gleichgewicht von Kräften aufgehoben, die sich nun einseitig äussern. Diese Erscheinungen bilden eine ganz besondere Classe. Man zerstört einen Theil, und der gleichnamige der andern Seite scheint darauf in eine verstärkte Wirkung zu treten. Das Drehen der Thiere im Cirkel nach einer Seite tritt nach Magendie nach Verlet-

zungen der Brücke auf einer Seite ein; Schnitte in den linken Theil der Pons verursachen das Drehen nach der linken Seite und umgekehrt. Hat man die drehende Bewegung des Thieres nach einer Seite durch Verletzung der Pons auf derselben Seite bewirkt, so kann man diese Bewegung dadurch aufheben, dass man die Brücke auch auf der andern Seite durchschneidet. Hertwig sah nach Durchschneidung der Pons auf einer Seite nicht allein die Cirkelbewegung, sondern auch, dass beide Augen verdreht wurden, indem das eine nach oben, das andere nach unten gewandt war. Nach queren Durchschnitt in die Brücke konnte ein Hund zwar stehen, konnte aber keinen Schritt thun ohne zu fallen; die willkührlichen Bewegungen waren nicht aufgehoben und die Empfindungen unverändert.

Die Durchschneidung der Schenkel des kleinen Gehirns zur Brücke bewirkt nach Magendie ebenfalls ein Herumwälzen der Thiere nach der Seite. Diese Bewegung soll zuweilen so schnell erfolgen, dass das Thier mehr als 60 Umdrehungen in der Minute macht. Magendie will diese Bewegungen acht Tage lang fortdauernd gesehen haben, ohne dass sie einen Augenblick aufgehört hätten.

Nach Wegnahme der gestreiften Körper auf beiden Seiten tritt nach Magendie's Versuchen bei den Thieren ein unwiderstehlicher Trieb, vorwärts zu entfliehen, ein, der sich auch nach dem Verluste des Gesichtes zeigen soll.

Magendie hat auch nach Verletzungen des kleinen Gehirns bei Säugethieren und Vögeln eine Neigung zu Rückwärtsbewegungen bemerkt; dieselbe Erscheinung soll zuweilen nach Verletzungen des verlängerten Markes erfolgen; so sah Magendie Tauben, denen er eine Nadel in das verlängerte Mark gestochen, länger als einen Monat immer rückwärts gehen; er erzählt, dass sie sogar rückwärts flogen. Endlich will Magendie bei gewissen Verletzungen des verlängerten Markes eine Tendenz zur Kreisbewegung wie auf der Reitbahn, entweder nach rechts oder links, bemerkt haben. Diess sah er bei einem 3—4 Monate alten Kaninchen, wo er die vierte Hirnhöhle blosslegte, das kleine Gehirn aufhob, und einen senkrechten Einschnitt in die Rautengrube 3—4 Millim. von der Mittellinie macht; beim Einschnitte nach rechts drehte sich das Thier rechts herum.

Aus diesen wichtigen Thatsachen schliesst Magendie auf gewisse im Gehirne vorhandene Impulse zu Bewegungen, wovon der eine nach vorn, der andere nach hinten, der eine nach rechts, der andere nach links das Thier zu Bewegungen bestimmen, deren Detail es willkührlich ausführt, und welche sich im Zustande der Gesundheit das Gleichgewicht halten. Ob diese Erklärung richtig sey, lässt sich jetzt nicht entscheiden. Man sieht leicht ein, dass ein Thier zu solchen Bewegungen auch bestimmt werden kann, wenn durch die Art der Verletzung eine gewisse einseitige Art der Bewegung des Nervenprincipes im Gehirne einträte, in den Sinnen als scheinbare Schwindelbewegung entweder der Objecte oder seines eigenen Körpers, welchen das Thier entweder zu widerstehen sucht oder welchen es schwindelnd folgt.

Die zuletzt betrachteten Erscheinungen aus der Statik der Nerven sind motorischer Art; es giebt aber auch ähnliche Erscheinungen sensorieller Art. Es giebt Einwirkungen auf das Gehirn, welche keine rotatorischen Bewegungen, sondern rotatorische Empfindungen hervorrufen. Hieher gehören die rotatorischen Schwindelempfindungen, welche am meisten vom Gesichtssinne bekannt sind. Es ist eine bekannte Thatsache, dass, wenn man sich eine Zeitlang schnell um seine Achse dreht, man nicht allein die Besinnung zu verlieren anfängt, sondern auch beim Stehenbleiben dann die Gegenstände selbst sich in derselben Richtung zu drehen scheinen. Ueber diese Erscheinungen hat Purkinje sehr merkwürdige Beobachtungen angestellt, und in den medicinischen Jahrbüchern des Oesterreichischen Staates Bd. 6. mitgetheilt. Es geht daraus hervor, dass man die Richtung der Rotation der Bilder durch die Stellung des Körpers und insbesondere des Gehirns, und die spätere Stellung desselben beim Stehenbleiben modificiren kann. Es steht in der Gewalt des Experimentators, eine horizontale oder verticale, oder schiefe Kreisbewegung, oder eine tangentiale Scheinbewegung der Gegenstände durch Drehung des Körpers zu bewirken. Nur wenn der Kopf die gewöhnliche aufrechte Stellung beim Drehen hat, erfolgt beim Stehenbleiben bei aufrechtem Kopfe die horizontale Kreisbewegung der Gegenstände; hält man aber den Kopf beim Drehen hinten über, und stellt ihn beim Stillstehen gerade, so ist die Scheinbewegung wie die eines Rades um die Achse in einem vertical gestellten Kreise, und so kann man die Scheinbewegung jedesmal nach dem Unterschiede in der Lage des Durchschnittes des Kopfes beim Drehen und beim Stillstehen ändern. Wenn der Körper auf einer Scheibe liegend mit dieser gedreht wird, entsteht auch eine tangentiale Scheinbewegung. Aus der Wiederholung dieser Versuche ergiebt sich, dass der Durchschnitt des Kopfes, als einer Kugel, um deren Achse die wahre Bewegung geschah, jedesmal die Scheinbewegung der Gegenstände, bei der nachmaligen Lage des Kopfes, während des Stehenbleibens bestimmt. Purkinje schliesst aus diesen merkwürdigen Versuchen, dass durch die Drehung des Kopfes und ganzen Körpers die Theilchen des Gehirns dieselben Bewegungstendenzen, wie die Theilchen einer geschwungenen Scheibe erhalten müssen, und dass diese Störung ihrer Ruhe sich durch die scheinbaren Schwindelbewegungen äussert. Man kann sich das Phänomen vielleicht besser so versinnlichen, dass man es von den Eindrücken des Blutes auf die Hirnmasse in einer Richtung ableitet. Es wäre indess auch möglich, dass durch die Drehungen eine Aberration eines feinern Principes, als der Hirntheilchen oder des Blutes, durch Aufheben des Gleichgewichtes der Kräfte eine Aberration des Nervenprincipes selbst stattfände, welche den Sinnen als Scheinbewegung der Gegenstände vorkömmt. Wenigstens bewirken Narcotica ohne mechanische Störungen auch Schwindelbewegungen. Jedenfalls bieten diese Erscheinungen eine sehr interessante Parallele sensorieller Phänomene zu den vorher beschriebenen, durch das Aufheben des Gleichgewichtes der Kräfte in den motorischen Theilen entstehenden Cirkelbewegungen dar.

---

# Berichtigungen und Nachträge.

---

## Erste Abtheilung.

P. 2. Z. 15. v. u. hinter „Elemente" Folgendes einzuschalten: Die Theorie der Zusammensetzung der organischen Körper aus ternären und quaternären Zusammensetzungen ist zwar in neuerer Zeit, besonders in Beziehung auf einige Producte aus organischen Körpern, wie Weingeist u. a. m., in Zweifel gezogen, hat aber immer noch, namentlich in Beziehung auf die höheren organischen Verbindungen, wie sie in den Pflanzen und Thieren selbst vorkommen, als Eiweiss, Faserstoff u. a., eine grosse Wahrscheinlichkeit.

P. 22. Z. 23. einzuschalten: Der Rückgrathskanal und die Schädelhöhle der Frösche enthalten um die Centraltheile des Nervensystems eine Lage von breiartiger weisser Materie, die nach Ehrenberg's und Huschke's Entdeckung aus microscopischen Krystallen von kohlensaurem Kalke besteht. An der Bauchhaut der Fische und im Silberglanze der Chorioidea der Fische hat Ehrenberg auch microscopische Krystalle aus einer organischen Materie entdeckt. Mueller's *Archiv für Anat. und Physiol.* p. 158.

P. 32. Z. 16. st. in destillirten l. in luftlosen.

P. 32. Z. 17. st. 10—12 Stunden l. einige Stunden.

P. 32. Z. 26. Vergl. Buckland in Froriep's *Not.* 34. *Bd.*

P. 65. Z. 10. v. u. st. Welsch l. Walsh.

P. 65. Z. 5. v. u. st. Fahlberg l. Fahlenberg.

P. 68. Z. 4. Nach neueren Versuchen von John Davy an Zitterrochen wirkt das Organ derselben allerdings auf das Galvanometer. Poggendorf's *Annalen.* 1833.

P. 80. Z. 8. st. angewandten l. verwandten.

P. 89. Z. 29. Vergl. Mueller's *Archiv für Anat. und Physiol.* 1834. p. 140.

P. 95. Z. 21. v. u. st. Durchschneidung l. Unterbindung.

P. 105. Ueber das Blut der Wirbellosen siehe R. Wagner's lehrreiche Schrift *zur vergleichenden Physiologie des Blutes. Lpzg.* 1833.

P. 122. Z. 8. hinter auflöslich einzuschalten: Cyaneisenkalium bringt in der essigsauren Auflösung einen Niederschlag hervor, was für den Faserstoff characteristisch ist, da diess bei Zellgewebe, Sehnengewebe, elastischem Gewebe der mittleren Arterienhaut nicht der Fall ist.

P. 126. Z. 25. v. u. zuzusetzen: Nach Boudet (*Essai critique et experimental sur le sang. Paris* 1833.) enthält das Blut auch Cholesterine, wie schon Gmelin fand.

P. 139. Z. 20. v. u. zuzusetzen: Carus entdeckte am Echinus edulis in demjenigen zarthäutigen Wasserröhrengewebe, das

den Saum zwischen den äusserst feinen Löcherchen der Fühlergänge (Ambulacra) innen bekleidet, selbst wenn die Theile dieses Gewebes abgeschnitten sind, eine Cirkelbewegung von Kügelchen.

P. 143. Z. 27. Diese Körperchen sind nach neueren Beobachtungen kleine Crystalle.

P. 155. Z. 16. v. u. st. den Pteropoden und schalenlosen l. den schalenlosen.

P. 169. Z. 4. st. 335. l. 331.

P. 187. Z. 22. zuzufügen: Eben so in dem von mir beobachteten, ganz ähnlichen Falle von einem Kopfe, der durch eine Arterie und Vene mit den Nabelgefässen eines vollständigen Kindes zusammenhing. Mueller's *Archiv* 1834. p. 179.

P. 202. Z. 14. Ueber die verschiedenen Formen der Capillargefässe, siehe Berres interessante Beobachtungen. *Med. Jahrb. des Oesterr. Staates. Bd.* 14. Mueller's *Archiv* 1834. p. 32.

P. 212. Z. 4. Zusatz. Man sehe über den hier verhandelten Gegenstand die interessante Abhandlung von Poiseuille in Mueller's *Archiv* 1834. p. 365.

P. 214. Z. 3. v. u. Unsere Ansichten von der Erection erhalten durch die von mir gemachte Entdeckung der bei der Erection wirksamen Arterienzweige eine ganz andere Wendung. Siehe die 2. Abth. dieses Handbuches p. 804.

P. 224. Z. 8. v. u. Während des Lebens kann bei geschlossenem Schädel keine Bewegung des Gehirns entstehen, da der Schädel von festen Wänden eingeschlossen ist, und das Gehirn sein Volumen nicht verändern kann. Was man darüber vorgebracht hat, lässt sich leicht durch die physicalische Unmöglichkeit widerlegen.

P. 244. Z. 9. v. u. Zusatz. Siehe Dr. Nasse's Beobachtungen in Tiedemann's *Zeitschrift. Bd.* 5. *Hft.* 1.

P. 256. Z. 11. v. u. st. Lymphdrüsen l. Lymphgefässen.

P. 262. Z. 1. v. u. st. *Atlas* l. *Anat.*

P. 270. Z. 12. v. u. st. *phys.* l. *physiol.*

P. 281. Z. 16. st. *Chim.* l. *Chim. et de Phys.*

P. 281. Z. 17. st. *Chim.* l. *Chim. et de Phys.*

P. 284. Z. 10. st. am l. als Larven am.

P. 298—299. st. Scharrey l. Scharpey.

P. 300. Z. 11. v. u. Die Strömungen rühren auch an den Salamanderlarven von microscopischen Wimpern her. Nach Purkinje's und Valentin's wichtiger Entdeckung sind auch alle Schleimhäute der Amphibien, Vögel, Säugethiere (mit Ausnahme derjenigen des Darmkanales, der Harn- und männlichen Geschlechtstheile) mit microscopisch sich bewegenden Wimpern besetzt, die sich noch lange nach dem Tode bewegen. Nun begreift man auch, wie der Same zum Ei gelangt. Siehe Mueller's *Archiv für Anat. und Physiol.* 1834. p. 391.

P. 301. Z. 11. In Dr. Schwann's genauen Versuchen fand keine Entwickelung der Eier in irrespirabeln Gasarten statt. Schwann *Diss. de necessitate aëris atmosph. ad evolutionem pulli in ovo incubito. Berol.* 1834.

P. 307. Z. 13. st. weitere l. weichere.

P. 313. Z. 16. In Mitscherlich's, Gmelin's und Tiedemann's Versuchen konnte auch keine Kohlensäure aus Blut entwickelt

werden. Siehe Tiedemann's *Zeitschrift. Bd.* 5. *Hft.* 1. Nach Hoffmann (*Lond. med. gazette.* Mueller's *Archiv* 1834. p. 105.) soll Venenblut mit Wasserstoffgas geschüttelt, Kohlensäure entwickeln, welche durch Wärme und die Luftpumpe nicht, wohl aber bei dem Einflusse anderer Gase, atmosphärischer Luft oder Wasserstoffgas frei werde.

P. 315. Z. 5. st. 7. l. 10.

P. 315. Z. 5. st. 10. l. 7.

P. 324. am Ende hinzuzufügen: Gegen diesen Versuch konnte man immer noch den Einwurf machen, dass die Frösche in ihren Lungen einen Theil atmosphärischer Luft in den Versuch mitgebracht, und doch auch ihr Darmkanal Kohlensäuregas enthalten konnte. Ich habe daher auch die Versuche so wiederholt, dass ich die Frösche in einem eigenen Apparat zuerst dem luftleeren Raume aussetzte, und diesen mit gereinigtem Wasserstoffgase anfüllte. In einem Versuche wurde auch dieses Wasserstoffgas wiederholt ausgepumpt, um den letzten Antheil atmosphärischer Luft aus dem Raume zu bringen. Auch überzeugte man sich durch eine Probe, dass das Wasserstoffgas nach Absorption des Wasserdampfes von salzsaurem Kalke durch Kali causticum nicht vermindert wurde. Die Frösche wurden drei Stunden in dem Wasserstoffgase gelassen, sie waren schon viel früher scheintodt. Dann wurden die Frösche herausgenommen und alles Wasser aus dem Gase entfernt, dadurch, dass ein Röhrchen mit salzsaurem Kalke wiederholt innerhalb eines ganzen Tages in den Raum gebracht wurde, bis der salzsaure Kalk darin trocken blieb. Erst dann wurde das Gas auf Kohlensäure mit Kali causticum geprüft. In beiden der angestellten Versuche zeigte sich die gewöhnliche Aushauchung von Kohlensäure, welche im ersten Versuche 0,3, im zweiten 0,37 Cubikzoll betrug.

P. 340. Z. 16. zu streichen: Indessen bin ich doch etc. bis Z. 28. ..... des N. vagus angestellt. Die hier vorgetragene Ansicht ist nicht richtig. Die Ursache der weissen Coagula im Herzen ist bloss die Senkung der Blutkörperchen vor der Gerinnung des Blutes, gleichwie auch nach meinen Beobachtungen sich die Crusta inflammatoria erzeugt. Siehe in Hinsicht der Beweise Phoebus *über den Leichenbefund in der Cholera. Berl.* 1833.

P. 358. Z. 17. Eine genaue Zusammenstellung aller Beobachtungen hat All. Thomson (Froriep's *Not. Nr.* 783.) gegeben.

P. 368. Durch ein Versehen haben der 24—26. Bogen unrichtige Seitenzahlen erhalten, und sind die Seiten jener Bogen mit den Seitenzahlen 369—406 zu bezeichnen.

## Zweite Abtheilung.

P. 447. Z. 8. Zusatz. Wollaston nimmt an, dass bei den Secretionen ein electrischer Process stattfinde. Er nahm eine zwei Zoll lange, $\frac{3}{4}$ Zoll dicke Glasröhre, und verband das eine Ende derselben mit Blase; dann goss er Wasser in die Röhre, worin $\frac{1}{240}$ Kochsalz. Die Blase wurde äusserlich befeuchtet und

auf ein Stück Silber gesetzt; nun wurde ein Zinkdrath durch das eine Ende mit dem Silber, durch das andere mit der Flüssigkeit in Berührung gebracht. Es erschien reines Natron an der äussern Fläche der Blase. Eberle gelang dieser Versuch nur bei einer stärkern galvanischen Action. Eberle *Physiologie der Verdauung.* p. 137.

P. 453. Z. 12. v. u. Ueber den Einfluss der Nerven auf die Absonderung sind die später p. 566. angeführten Beobachtungen von Peipers zu vergleichen.

P. 532. Z. 18. st. 1828 l. 1825.

P. 533. Z. 16. v. u. Zusatz. Eberle's Schrift *über die Physiologie der Verdauung. Würzb.* 1834. enthält mehrere sehr merkwürdige Beobachtungen über die Verdauung, die, wenn sie bestätigt werden sollten, den Untersuchungen eine ganz neue Wendung geben würden. Der Verfasser überzeugte sich zuerst durch Versuche, dass weder die Essigsäure noch die Salzsäure im verdünnten Zustande so viel von organischen Stoffen lösen, dass man auf sie bei der Auflösung der Nahrungsmittel im Magen rechnen könnte. Hierdurch werden unsere eigenen Erfahrungen über diesen Punkt (siehe oben p. 530.) bekräftigt. Dagegen hat der Verfasser die sehr merkwürdige Beobachtung gemacht, welche, wenn sie sich bestätigen sollte, eine wichtige Entdeckung seyn würde, dass der saure Schleim des Magens, welcher während der Verdauung zwischen den Nahrungsmitteln und den Magenwänden sichtbar wird, ein treffliches Lösungsmittel organischer Substanzen ist, und dass dadurch der Faserstoff, das geronnene Eiweiss, Käse, in kurzer Zeit vollständig ausser dem thierischen Körper chymificirt werden, während die Veränderung durch diese blossen Säuren des Magensaftes auf keine Weise gelingt. Eberle hat ferner beobachtet, dass man sich einen künstlichen lösenden Magensaft bereitet, wenn man die innere Haut irgend einer Schleimhaut, die selbst getrocknet seyn kann, z. B. von der Urinblase, mit Essigsäure und Salzsäure behandelt. Getrocknete Blasenhäute schwellen mit diesen Säuren zu einer Gallerte auf; die daraus ausgepresste Flüssigkeit zeigte sich als Lösungsmittel für organische Stoffe. Alle Nahrungsstoffe wurden davon erweicht und binnen 2 — 6 Stunden in eine breiige Masse verwandelt. Schleim des Magens, der nicht sauer ist, von nüchternen Thieren, und Schleim aus der Nase, Luftröhre, chimificirt nicht; verbindet man ihn aber mit Salzsäure oder Essigsäure, so gelingt die Chymification. Zu dem Schleime, den Eberle gewöhnlich benutzte, bediente er sich der Schleimhaut des Labmagens der Kälber. Sie wurde mit kaltem Wasser ausgewaschen, bis sie nicht mehr sauer reagirte, hierauf getrocknet; so oft er nun Schleim nöthig hatte, nahm er ein Stück davon, zerschnitt es in kleine Stücke; dann wurden diese in mässig warmem Wasser erweicht. Werden keine Säuren zugegossen, so zeigt sich, wenn diese Stücke mit Nahrungsstoffen versetzt werden, bald Fäulniss; giesst man aber 10—12 Tropfen Salzsäure oder mehr Essigsäure zu den Schleimhautstückchen, so löst sich die Schleimhaut in eine grauliche schleimartige Masse, die sich in Fäden ziehen lässt. Wird nun der künstliche Schleim

mit Wasser verdünnt, so wird diese saure Flüssigkeit dem Magensafte ähnlich und die künstliche Chymification soll bei mässiger Wärme damit gelingen. Geronnenes Eiweiss mit der Flüssigkeit versetzt, zeigte sich nach 4 Stunden grösstentheils erweicht, und nach $5\frac{1}{2}$ Stunden in einen homogenen Brei verwandelt. Diess wäre sehr merkwürdig, denn blosse sehr verdünnte Säuren lösen das geronnene Eiweiss in einer Woche noch nicht auf, wie ich aus eigener Erfahrung weiss. Faserstoff aus Ochsenblut fing nach zwei Stunden an schmierig zu werden; durch Zusatz von neuer lösenden Flüssigkeit wird der Faserstoff zuletzt auch in einen schleimartigen Brei verwandelt. Dasselbe geschicht beim Kleber in vier Stunden. Speichel, Osmazom wirken durchaus nicht so wie der saure Schleim. Nach Eberle dient der Speichel bei der Verdauung zur Erleichterung der Zersetzung der Nahrungsstoffe, denn diese gehen mit Speichel viel leichter in Zersetzung und Fäulniss über.

P. 538. Z. 2. Zusatz aus Eberle's Schrift über die Verdauung. Wurde ein Gemisch von Chymus und Galle mit Wasser verdünnt und filtrirt, so fand sich bei allen Versuchen das Picromel der Galle in dem Filtrate; der Schleim, das Harz, das Fett, die Fettsäuren und der Farbestoff der Galle blieben dagegen mit den ungelösten Theilen des Chymus auf dem Filter. Diess zeigte sich bei dem Chymus der verschiedensten Nahrungsmittel. Eberle bereitete eine künstliche pancreatische Flüssigkeit aus dem Pancreas des Ochsen durch Digestion desselben mit Wasser, Auspressen und Filtriren. Chymus wurde nach dem Zutritte dieses Saftes flüssiger, und nicht ganz verflüssigte Nahrungsstoffe zerflössen und gingen leichter durch das Filter; daher wirke der Pancreassaft lösend. Derselbe vermöge auch etwas Fett aufzunehmen, und was man von der Galle vermuthet habe, gelte von dem pancreatischen Safte. Bei dem Schütteln von künstlicher pancreatischer Flüssigkeit mit Oel bildete sich eine trübe Flüssigkeit; in der Ruhe schied sich zwar viel Oel ab, aber diess war weisslich getrübt und fein zertheilt, mit dem Ansehen eines Rahmes. Der Verfasser hat auch interessante Beobachtungen über den Darmsaft angestellt, der nach ihm zur fernern Auflösung der ungelösten Chymustheile beiträgt.

P. 558. Z. 3. Retzius hat auch die Nebennieren der Knorpelfische entdeckt. *Observ. in anat. chondropterygiorum. Lundae* 1819.

P. 560. Nach Haugsted kömmt die Thymusdrüse nur bei den Säugethieren vor, und ist, wie bereits Jacobson fand, im Winterschlafe nicht grösser. In Hinsicht der vergleichenden Anatomie der Thymus verweist man auf die fleissige Schrift von Haugsted, *Thymi in homine ac per seriem animalium descr. anatomica, pathologica et physiologica cum tab. Hafn.* 1832., ausgezogen in Hecker's *Annalen.* 25. 54.

P. 626. Z. 26. st. der Flexion l. die Bewegung der Flexoren.

Ebend. st. der Extension der Muskeln l. der Bewegung der Extensoren.

P. 659. Z. 21. v. u. Panizza hat neuerlich aus ähnlichen Versuchen am Frosche ganz das Gegentheil geschlossen. Nach Durchschneidung der ersten vordern Wurzel der Nerven des

Hinterbeines eines Frosches, bewegte dieser das Bein nach wie vor; nach der Durchschneidung der zweiten Wurzel war die Bewegung geschwächt, und nach Durchschneidung der dritten Wurzel die Bewegung erst ganz aufgehoben. Hieraus schliesst Panizza, dass in dem Plexus eine Mittheilung geschehe. *Ricerche sperimentali sopra i nervi. Pavia* 1834. *p.* 40. Etwas Aehnliches sah er bei Säugethieren; diese Versuche sind nicht hinlänglich genau. Bei Wiederholung derselben hätte Panizza bald sehen können, dass nach Durchschneidung des ersten Nerven die Adduction gelähmt war, und dass auch die beiden anderen Nerven verschiedene Wirkungen haben, wie van Deen und ich beobachtet haben. (Panissa bestätigt übrigens durch seine Versuche den Bellschen Lehrsatz von den Wurzeln der Nerven.)

P. 756. Z. 7. Zusatz. Nach Panizza's Versuchen (*Ricerche sperimentali sopra i nervi. Pavia* 1834.) dauert der Geschmack der Thiere nach Durchschneidung des N. lingualis fort; indem sie Brot, Milch, Fleisch, mit Coloquinten oder Infusion von Quassia, zwar zu fressen versuchen, aber sie sogleich verschmähen, während sie nach Durchschneidung des N. glossopharyngeus auch Bitterkeiten verschlucken. Panizza betrachtet daher den N. lingualis als blossen Gefühlsnerven, den N. glossopharyngeus als Geschmacksnerven. Wenn diese Ansicht richtig seyn sollte, so ist doch Panizza's Ansicht nur zum Theil richtig, indem dieser Nerve zugleich deutlich Muskelnerve ist; was seine Wurzel mit einem, nur einem Theile der Fäden angehörenden Ganglion, und die oben angeführten Versuche beweisen. Parry (*Elem. of pathol. and. Therap. V.* 1.) beobachtete einen Fall, wo der Geschmack auf der einen Seite von einem Drucke auf den N. lingualis ausser der Schädelhöhle, verloren ging. Vergl. Treviranus *Biol.* 6. 234. Nach Magendie und Desmoulins ist nach Durchschneidung des N. lingualis Gefühl und Geschmack der Zunge verloren. Desmoulins *anat. des syst. nerv.* 2. 717.

P. 787. Z. 19. v. u. Die hier gemachte Bemerkung von den Gliederthieren bedarf einer Berichtigung. Nach Treviranus Beobachtungen zeigen die Insecten nach Wegnahme des Kopfes allerdings oft noch willkührliche Bewegungen. Ein Carabus granulatus lief nach wie vor herum; eine Bremse, auf den Rücken gelegt, strengte sich an, auf die Beine zu kommen. Treviranus führt auch die interessante Beobachtung von Walckenaer über eine Cerceris ornata an, welche einer in Löchern lebenden Biene nachstellt. Walckenaer stiess einer solchen Wespe im Augenblicke, wo sie in das Loch der Biene eindringen wollte, den Kopf ab; sie setzte ihre Bewegungen fort, und suchte umgekehrt dahin zurückzukehren und einzudringen. Treviranus *Erscheinungen und Gesetze des organischen Lebens.* 2. 194.

---

Berlin, gedruckt bei den Gebr. Unger.

